

**RANCANG BANGUN GENERATOR LISTRIK BEBAS BAHAN
BAKAR DENGAN MENGGUNAKAN KONSEP
MOMEN INERSIA**



**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana Sains
Jurusan Fisika pada Fakultas Sains Dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar**

Oleh:

MUHAMMAD IRSAN

NIM: 60400116008

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR
2020**

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul *“Rancang Bangun Generator Listrik Bebas Bahan Bakar Dengan Menggunakan Konsep Momen Inersia”* yang disusun oleh **MUHAMMAD IRSAN**, Nim: 60400116008 Mahasiswa Jurusan Fisika pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam Ujian Munaqasyah yang diselenggarakan pada hari rabu tanggal **28 Agustus 2020 M**, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana dalam ilmu sains, Jurusan fisika.

Gowa, 28 Agustus 2020 M
9 Muharram 1442 H

DEWAN PENGUJI :

Ketua	: Prof. Dr. Muhammad Halifah Mustami, M.Pd	(.....)
Sekretaris	: Muh. Said L, S.Pd., M.Pd	(.....)
Munaqisy I	: Ayusari Wahyuni, S.Pd., M.Sc	(.....)
Munaqisy II	: Dr.Sohrah, M.Ag	(.....)
Pembimbing I	: Ihsan, S.Pd., M.Si	(.....)
Pembimbing II	: Iswadi, S.Pd., M.Si	(.....)

Diketahui Oleh:
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar



Prof. Dr. Muhammad Halifah Mustami, M.Pd

NIP. 19710412 200003 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Irsan

Nim : 60400116008

Tempat/tanggal lahir : Bantaeng, 07 Februari 1998

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Alamat : Jl. Sultan Alauddin no.36, Makassar

Judul : Rancang Bangun Generator Listrik Bebas Bahan Bakar
Dengan Menggunakan Konsep Momen Inersia

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar merupakan hasil karya pribadi. Jika dikemudian hari terbukti bahwa ia merupakan tiruan, duplikat, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh batal karena hukum.

Samata, 19 Agustus 2020

Penyusun

Muhammad Irsan

Nim:60400116008

KATA PENGANTAR

Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatu

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah swt, atas limpahan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya yang tidak terbatas dan tak terputus sehingga penulis masih diberi kesehatan, kesempatan, serta kemampuan untuk menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Rancang Bangun Generator Listrik Bebas Bahan Bakar Dengan Menggunakan Konsep Momen Inersia”.

Shalawat dan salam tak lupa pula penulis haturkan keharibaan baginda Rasulullah Muhammad SAW, nabi yang diutus ke muka bumi ini sebagai panutan dan pembawa risalah kebenaran.

Penulis menyadari dengan sepenuhnya bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna baik dari segi sistematika penulisan, maupun dari aspek segi bahasa yang termuat didalamnya. Oleh karenanya, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi terus penyempurnaan skripsi ini.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk kedua orangtua tercinta (H. Jamal HJ & HJ. Halwia) yang terus berjuang demi pendidikan anaknya, kasih sayang dan juga do'a yang tak terputus demi kebaikan, keberhasilan dan kebahagiaan penulis, sehingga penulis mampu berada pada tahap yang sekarang ini.

Penulis juga menyampaikan banyak terima kasih kepada ayahanda Ihsan,S.Pd., M.Si dan ayahanda Iswadi, S.Pd., M.Si selaku pembimbing I dan pembimbing II yang dengan penuh ketulusan hati meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing, mengajarkan, mengarahkan dan memberi motivasi kepada penulis agar dapat menyelesaikan skripsi ini dengan hasil yang baik dan dapat selesai dengan cepat dan tepat.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak dengan penuh keikhlasan dan ketulusan hati. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak **Prof. Hamdan Juhannis, MA., Ph.D** sebagai Rektor UIN Alauddin Makassar periode 2020 - 2025
2. Bapak **Prof. Dr. Muhammad Halifah Mustami, M. P** sebagai Dekan Fakultas Sains Teknologi UIN Alauddin Makassar periode 2020-2025.
3. Bapak **Ihsan, S. Pd., M. Si.** selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi sekaligus sebagai pembimbing I kami yang selama ini memberikan kesediaan dan keikhlasan dalam membimbing penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak **Muh. Said L, S. Si., M. Pd** selaku sekretaris Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi
5. Bapak **Iswadi, S.Pd., M.Si** selaku pembimbing II yang selama ini memberikan kesediaan dan keikhlasan dalam membimbing penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan
6. Ibu **Ayusari Wahyuni, S.Pd., M.Sc.** dan Ibu **Dr. Sohras, M. Ag.** selaku penguji I dan penguji II yang senantiasa memberikan masukan kepada penulis untuk perbaikan skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi yang telah segenap hati dan ketulusan memberikan banyak ilmu kepada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
8. Bapak dan Ibu staf akademik fakultas Sains dan Teknologi yang telah banyak

membantu penulis dalam menyelesaikan pengurusan berkas di Fakultas sejak awal sampai selesai,

9. Kepada sahabat-sahabat **B16 BANG** yang telah menemani penulis kurang lebih tiga tahun dalam proses perkuliahan maupun kegiatan non akademik Terimakasih kepada yang telah banyak membantu penulis selama masa penelitian, penyusunan dan penyelesaian skripsi ini dan yang telah berpartisipasi selama masa studi penulis.

Terima kasih yang tak terhitung penulis haturkan kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu penulis mengharapkan atas segala saran dan masukan yang bersifat membangun dari semua pihak demi perbaikan penelitian ini kedepannya. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya, Amin Ya Robbal „alamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu.

Samata-Gowa, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI..... ii

KATA PENGANTAR..... iii

DAFTAR ISI..... vi

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GAMBAR..... x

DAFTAR GRAFIK..... xii

DAFTAR SYMBOL..... xiii

ABSTRAK xiv

BAB I

PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar Belakang..... 1

1.2 Rumusan Masalah..... 3

1.3 Tujuan Penelitian..... 3

1.4 Ruang Lingkup Penelitian 3

1.5 Manfaat Penelitian..... 3

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Energi Listrik 5

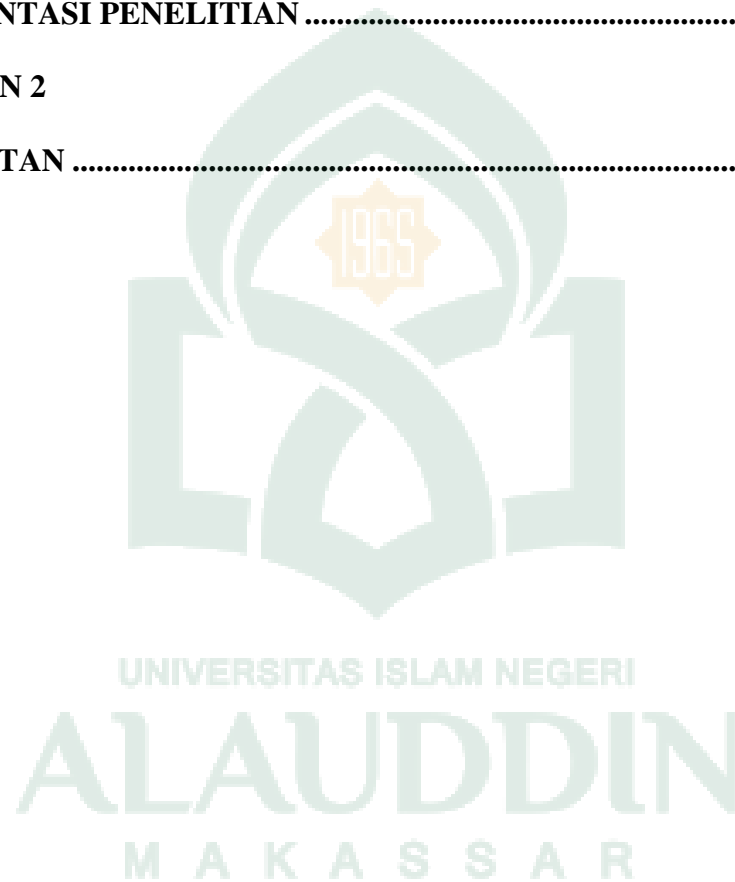
2.2 Kebutuhan Listrik 6

2.3 Sumber-sumber energi listrik 8

2.3.1 Energi tak terbarukan.....8

2.3.2 Energi baru dan terbarukan.....	12
2.4 Generator.....	21
2.5 Gaya Gerak Listrik	22
2.6 Momen Inersia	22
2.7 Ayat Tentang Penelitian	26
BAB III	
METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	31
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	31
3.2.1 Alat	31
3.2.2.Bahan	31
3.3 Prosedur Penelitian	32
1. Pembuatan Desain Generator Bebas Bahan Bakar	32
2. Merangkai Aliran Listrik	36
3.4 Pengujian Generator	37
3.5 Bagan Alir Penelitian.....	39
BAB IV	
HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Model Rancang Bangun	40
4.2 Pengaruh Penambahan <i>Flywheel</i>	44
4.2.1 Data hasil Pengukuran.....	44
4.2.2 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran.....	45
4.3 Efektifitas Rancangan Bangun Generator Bebas Bahan Bakar	48
BAB V	
PENUTUP.....	49

5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
BIOGRAFI	
LAMPIRAN 1	
DOKUMENTASI PENELITIAN	
LAMPIRAN 2	
PERSURATAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Momen inersia untuk beberapa benda tegar.....	25
Tabel 3.1 Pengukuran tanpa <i>flywheel</i>	37
Tabel 3.2 Pengukuran dengan menggunakan <i>flywheel</i>	38
Tabel 4.1 Hasil pengukuran tanpa menggunakan <i>flywheel</i>	44
Tabel 4.2 Hasil pengukuran dengan menggunakan <i>flywheel</i>	45



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sumur minyak pertamina.....	10
Gambar 2.2 Batu bara.....	11
Gambar 2.3 Pembangkit listrik tenaga gas.....	12
Gambar 2.4 Pembangkit listrik tenaga thermal surabaya.....	13
Gambar 2.5 Pembangkit listrik tenaga air.....	14
Gambar 2.6 Pembangkit listrik tenaga bayu.....	14
Gambar 2.7 Pembangkit listrik tenaga surya.....	15
Gambar 2.8 Pembangkit listrik tenaga biomassa.....	16
Gambar 2.9 Pembangkit listrik tenaga nuklir.....	19
Gambar 2.10 Turbin Pembangkit listrik gelombang laut.....	20
Gambar 2.11 Generator arus searah DC.....	21
Gambar 2.12 Generator arus bolak-balik AC.....	21
Gambar 2.13 Peristiwa momen inersia.....	22
Gambar 3.1 Dapur pacu dengan <i>Flywheel</i>	32
Gambar 3.2 Dapur pacu tanpa <i>flywheel</i>	33
Gambar 3.3 Rangka rancang bangun generator bebas bahan bakar.....	34
Gambar 3.4 Rancang bangun tampak depan.....	34
Gambar 3.5 Rancang bangun tampak atas.....	35
Gambar 3.6 Rancang bangun tanpa <i>flywheel</i>	35
Gambar 3.7 Rancang bangun tampak samping.....	36

Gambar 3.8 Rangkaian listrik rancang bangun generator.....	36
Gambar 4.1 Rancang bangun generator bebas bahan bakar tampak depan.....	42
Gambar 4.2 Rancang bangun generator bebas bahan bakar tampak Belakang.....	43
Gambar 4.3 Rancang bangun tampak samping.....	43
Gambar 4.4 Rancang bangun pada rangkaian.....	44



DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Perbandingan kuat arus yang dihasilkan generator.....45

Grafik 4.2 Perbandingan kuat tegangan yang dihasilkan generator.....46



DAFTAR SYMBOL

P daya (watt).....	6
T waktu (jam).....	6
W energi (Wh).....	6
I momen inersia ($\text{Kg}m^2$).....	24
m massa (kg).....	24
r jari-jari (m).....	24



ABSTRAK

Nama : Muhammad Irsan

Nim : 60400116008

Judul Skripsi :“ Rancang Bangun Generator Listrik Bebas Bahan Bakar
Dengan Menggunakan Konsep Momen Inersia”

Flywheel merupakan salah satu benda tegar yang bekerja sesuai konsep momen inersia, *flywheel* termasuk kedalam kategori benda silinder pejal yang sumbu putarnya melalui titik pusat silinder. Pada penelitian ini dilakukan dua kali pengambilan data yaitu dengan menggunakan *flywheel* didapatkan kuat arus yaitu 0,77 0,80 0,76 0,78 dan 0,80 dengan beda potensial atau besar tegangan yang dihasilkan oleh generator yaitu 3,52 3,55 3,50 3,53 dan 3,57. Sedangkan pada pengujian kedua dengan menggunakan *flywheel* dengan jari-jari 6,5 cm dengan massa 900 gram sehingga momen inersia dari *flywheel* yang digunakan **$0,0019 \text{ kg m}^2$** didapatkan kuat arus yaitu 0,98 1,03 1,08 1,02 dan 1,05 dengan beda potensial atau beda potensial yang dihasilkan oleh generator yaitu 3,70 5,25 5,30 5,23 dan 5,28. Sedangkan, untuk keluaran akhir dari kedua pengambilan data tersebut didapatkan hasil yang sama yaitu 10 A dan 250 Volt dengan bentuk arus bolak balik (AC).

Kata kunci: *Flywheel*, *Momen inersia*, *Arus*, *tegangan*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia setelah pemenuhan pangan papan dan sandan. Permintaan energi listrik terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah populasi manusia khususnya di Indonesia, namun hal ini menyebabkan semakin berkurangnya bahan bakar fosil sebagai bahan bakar utama dalam pembangkit listrik di Indonesia.

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan maka manusia terus berpikir untuk memenuhi energi listrik di tengah semakin berkurangnya bahan bakar fosil, dan salah satu cara yang berkembang saat ini adalah energi baru dan terbarukan yaitu pembangkit listrik yang dianggap tidak akan berkurang bahkan habis karena sistem dari energi baru dan terbarukan ini berasal dari energi alam yang terus berkelanjutan seperti tenaga matahari, aliran air, angin dan juga panas bumi. Energi baru dan terbarukan ini dianggap ramah lingkungan atau tidak merusak lingkungan karena tidak terjadi pembakaran bahan bakar yang menghasilkan asap yang terbang ke udara.

Dari beberapa sumber penggerak turbin PLN saat ini, ternyata pemenuhan akan energi listrik itu masih belum seimbang dengan kebutuhan masyarakat sehingga tidak jarang diadakan pemadaman listrik secara bergilir yang mengakibatkan beberapa alat rumah tangga untuk membantu kegiatan manusia tidak dapat beroperasi.

Dari permasalahan di atas sehingga diperlukan suatu rancangan pembangkit listrik berupa generator alternatif yang tidak menggunakan bahan bakar fosil ataupun energi alam dalam penggunaannya untuk membantu pemenuhan listrik rumah tangga ketika terjadi pemadaman listrik bergilir

Sejalan dengan hal tersebut maka diadakan suatu penelitian berupa rancang bangun generator listrik bebas bahan bakar dengan menggunakan konsep momen inersia. Momen inersia merupakan salah satu konsep dalam hukum fisika yaitu ukuran kelembaman suatu benda untuk berotasi terhadap porosnya.

Besaran ini adalah analog rotasi dari pada massa. Momen inersia berperan dalam dinamika rotasi seperti massa dalam dinamika dasar, dan menentukan hubungan antara momentum sudut dan kecepatan sudut, momen gaya dan percepatan sudut, dan beberapa besaran lain.

Dari konsep dasar momen inersia inilah yang diterapkan dalam *Flywheel*. *Flywheel* merupakan perangkat mekanik berputar yang digunakan untuk menyimpan energi rotasi. *Flywheel* memiliki momen inersia yang signifikan, dan dengan demikian menahan perubahan kecepatan rotasi. Jumlah energi yang tersimpan dalam *flywheel* adalah sebanding dengan kuadrat kecepatan rotasi.

Pada Rancang Bangun yang dikembangkan oleh Samsul Ariffaiuddin (2018) tetap memerlukan listrik dari PLN sebagai input dalam menggerakkan dinamo karena penggunaan *flywheel* hanya sebagai alternatif peningkat daya listrik. Namun pada penelitian yang akan dikembangkan saat ini, yaitu digunakan untuk meningkatkan kecepatan rotasi untuk memutar mesin generator dengan daya yang bersumber dari penyimpanan daya (Baterai) yang berupa arus DC (searah) sehingga alat ini akan menjadi alternatif rumah tangga ketika terjadi pemadaman oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN).

Sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Razali dan Stephan dari Universitas Bangkalis Riau tentang rancang bangun pembangkit listrik tanpa bbm berkapasitas 3KW dengan memanfaatkan putaran *flywheel*. Yang menghubungkan antara dua mesin dinamo dengan *flywheel* dan selanjutnya disambungkan pada generator pembangkit listrik dengan daya output maksimum sebesar 3K Watt.

Pada generator yang dikembangkan oleh Razali dan Stephan diperoleh output daya yang tidak stabil dikarenakan putaran yang diberikan pada generator yang tidak stabil dan tidak adanya rangkaian penstabil tegangan yang diberikan pada output generator, sedangkan generator yang akan dikembangkan selanjutnya yaitu dengan menggunakan beberapa rangkain agar output yang dihasilkan relatif lebih stabil.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model rancang bangun generator listrik bebas bahan bakar dengan menggunakan konsep momen inersia?
2. Bagaimana pengaruh penambahan *flywheel* terhadap kecepatan rotasi dan arus keluaran dari generator?
3. Bagaimana keefektifan alat dari hasil pengujian beberapa parameter?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam melakukan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui model rancang bangun generator listrik bebas bahan bakar dengan menggunakan konsep momen inersia?
2. Mengetahui pengaruh penambahan *flywheel* terhadap kecepatan rotasi dan arus keluaran dari generator?
3. Mengetahui keefektifan alat dari hasil pengujian beberapa parameter?

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Konsep yang digunakan dalam rancang bangun generator ini adalah konsep momen inersia
2. Model rancang bangun yang diterapkan adalah generator listrik Bebas Bahan Bakar dengan Menggunakan Konsep Momen Inersia
3. Parameter uji generator terdiri dari pengukuran kuat arus dan tegangan listrik pada generator, jumlah putaran pada dinamo dan generator, kuat arus dan tegangan yang berupa arus bolak balik (AC) pada keluaran inverter
4. Keefektifan rancang bangun dilihat dari kestabilan arus keluaran

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan melakukan penelitian ini dapat diperoleh manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat akademis

Penelitian ini sangat erat hubungannya dengan mata kuliah fisika, sehingga dengan melakukan penelitian ini diharapkan penulis dan semua

pihak dapat lebih memahami pengaplikasian hukum fisika dalam kehidupan sehari hari.

2. Manfaat dalam pengaplikasian rancang bangun

Penelitian ini fokus pada pengembangan pembangkit listrik, sehingga diharapkan masyarakat dapat menggunakan rancang bangun ini sebagai solusi pemenuhan listrik rumah tangga yang murah dan ramah lingkungan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Listrik

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama yang dibutuhkan dalam berbagai kegiatan. Dalam waktu yang akan datang kebutuhan listrik akan terus meningkat seiring dengan adanya peningkatan dan perkembangan baik dari jumlah penduduk, jumlah investasi, perkembangan teknologi termasuk didalamnya perkembangan dunia pendidikan untuk semua jenjang pendidikan (Sudjana,2002:28).

Universitas Tanjungpura merupakan salah satu lembaga pendidikan tinggi yang mengkonsumsi energi listrik cukup besar dengan total daya terpasang 3.086.000 VA. Dari total daya yang terpasang, Fakultas Teknik yang merupakan salah satu fakultas yang berada di Universitas Tanjungpura memakai konsumsi energi listrik sebesar 20 % dari total daya terpasang di Universitas Tanjungpura yaitu sebesar 299.200 VA.Oleh karena itu, menjadi bagian penulis untuk menganalisa analisis kapasitas dan kebutuhan energi listrik untuk upaya menghemat penggunaan energi listrik di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura untuk mengetahui penggunaan listrik di Fakultas Teknik serta kondisi kebutuhan daya yang terpasang dari transformator distribusi untuk supply kebutuhan energi listrik saat ini, mengetahui kondisi beban terpakai dan terpasang di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura dan mengendalikan atau menekan tingkat pemakaian energi listrik yang berlebihan. (Ahmad Wahid,2014:2)

Energi menurut Eugene C. Lister yang diterjemahkan oleh Hanapi Gunawan bahwa energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja, energi merupakan kerja tersimpan. Pengertian ini tidaklah jauh beda dengan ilmu fisika yaitu sebagai kemampuan melakukan usaha (Kamajaya, 1986). Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak

dapat pula dimusnahkan. Energi hanya dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk energi yang lain. Demikianlah pula energi listrik yang merupakan hasil perubahan energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Keberadaan energi listrik ini dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Adapun kegunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari merupakan penerangan, pemanas, motor motor listrik dan lain-lain (Ahmad Wahid,2014:3). Energi yang digunakan alat listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama alat tersebut digunakan. Bila daya diukur dalam watt jam, maka:

$$W = P \times t \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan:

P = daya dalam watt

t = Waktu dalam jam

W = Energi dalam watt jam

Watt jam (wathour = Wh) merupakan energi yang dikeluarkan jika 1 watt digunakan selama 1 jam.

2.2 Kebutuhan Listrik

Konsumsi listrik Indonesia setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional. Oleh karena itu, prakiraan kebutuhan listrik jangka panjang di Indonesia sangat diperlukan agar dapat menggambarkan kondisi kelistrikan saat ini dan masa datang. Dengan diketahuinya perkiraan kebutuhan listrik jangka panjang antara tahun 2003 hingga tahun 2020 akan dapat ditentukan jenis dan perkiraan kapasitas pembangkit listrik yang dibutuhkan di Indonesia selama kurun waktu tersebut. Jenis dan kapasitas pembangkit listrik dapat mempengaruhi besarnya listrik yang diproduksi baik pada waktu siang maupun malam. Faktor yang berpengaruh terhadap produksi listrik per jenis pembangkit adalah faktor kapasitas pembebanan baik sebagai beban dasar maupun beban puncak, karakteristik pembebanannya sendiri

termasuk daya mampu, dan waktu operasi unit pembangkit listrik. Waktu operasi adalah jam operasi maksimum dalam 1 tahun dikurangi dengan penghentian terjadwal dan perkiraan penghentian tak terjadwal (Moch Muhlis, 2003: 18).

Apabila perbandingan antara daya mampu dan kapasitas terpasang mempunyai nilai mendekati satu, maka pembangkit tersebut bekerja pada seluruh beban, yaitu beban dasar atau "*base load*", sedangkan bila mempunyai nilai yang rendah, maka jenis pembangkit tersebut hanya beroperasi sementara yang diperkirakan bekerja pada *peak load* saja. Pada umumnya pembangkit yang bekerja pada beban dasar adalah pembangkit yang mempunyai waktu awal operasi (*start-up*) lama dan tidak terlalu fleksibel dalam perubahan beban, sedangkan pembangkit yang dioperasikan pada beban puncak mempunyai waktu awal operasi yang cepat dan fleksibel dalam pembebanan (Moch Muhlis, 2003: 18).

Faktor tersebut dapat menyebabkan total produksi listrik per jenis pembangkit listrik pada waktu siang dan malam hari berbeda. Besarnya produksi listrik selama kurun waktu yang telah ditentukan dapat memberi gambaran besarnya pasokan listrik dalam pemenuhan kebutuhan listrik nasional. Walaupun demikian tidak semua kebutuhan listrik dapat dipenuhi, oleh karena itu masih ada kebutuhan listrik yang tertahan dan tidak dapat dipenuhi (*subpressed demand*) oleh pembangkit listrik PLN (Moch Muhlis, 2003: 19).

Kondisi ini merupakan gambaran umum dari negara yang sedang berkembang, dimana penyediaan listrik bukan merupakan pemenuhan kebutuhan riil seluruhnya tetapi lebih merupakan kemampuan untuk membangkitkan dan mendistribusikan listrik ke masyarakat. Dalam upaya memenuhi kebutuhan listrik tersebut, selain dari membangkitkan sendiri, PLN membeli listrik dari pembangkit listrik swasta, atau koperasi (Moch Muhlis, 2003: 19).

Selanjutnya, dalam upaya penyediaan listrik di masa mendatang

untuk memenuhi kebutuhan yang meningkat sesuai dengan pertumbuhan sektor pengguna, perlu diperoleh proyeksi kebutuhan listrik nasional jangka panjang per sektor pengguna energi dari tahun 2003 sampai tahun 2020. (Moch Muhlis, 2003: 19)

2.3 Sumber-sumber energi listrik

2.3.1 Energi tak terbarukan

1. Energi Fosil

Sumber energi listrik adalah segala sesuatu di sekitar kita yang mampu menghasilkan listrik. Sumber energi listrik secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu ; (1) energi fosil dan (2) energi terbarukan.

Energi fosil digunakan untuk konversi energi. Hasil konversi tersebut dapat berupa energi mekanik, listrik dan panas. Semua bahan bakar fosil yang dikonsumsi di dunia. Salah satu hasil konversi energinya adalah pembangkit tenaga listrik. Listrik adalah salah satu bentuk energi yang ditimbulkan akibat dari pergerakan elektron. Listrik menjadi daya hidup yang vital bagi kehidupan di dunia ini. Listrik di industri terutama digunakan sebagai sumber tenaga penggerak mesin-mesin industri. Di rumah tangga baik di kota maupun di desa (Novela Ayu, 2014: 3).

Bahan bakar fosil adalah sumber energi utama yang digunakan di dunia saat ini. Tapi jika konsumsi bahan bakar ini berlebihan dapat menyebabkan masalah lingkungan yang serius seperti polusi udara. Ketika dalam proses pembakaran, bahan bakar fosil melepaskan gas karbon dioksida, nitrogen dioksida, sulfur dioksida, karbon monoksida dan lain-lain yang dapat memiliki merugikan lingkungan. Bahan bakar ini adalah sumber-sumber energi tidak terbarukan karena berasal dari fosil prasejarah dan tidak akan tersedia lagi setelah sepenuhnya digunakan. Sumber-sumber energi ini terbatas dan terus menipis dengan tingkat yang cepat. Bentuk bahan bakar fosil terdiri dari ; (1) minyak bumi, (2) batu bara, dan

(3) gas alam. (Novela Ayu, 2014:3)

2. Minyak bumi

Minyak bumi yang merupakan cairan kental berwarna cokelat gelap dan kehijauan yang mudah terbakar. Cairan ini juga sering disebut sebagai emas hitam yang berada di lapisan atas dari sebagian area yang ada di kerak bumi. Bahan kimia yang terkandung di dalam minyak bumi adalah berbagai hidrokarbon, sebagian besar dari seri alkana dengan berbagai varian penampilan, komposisi, dan kemurnian. (Novela Ayu: 2014:3)

Minyak bumi diambil dari sumur minyak yang terdapat di lokasi sumber minyak dengan melalui berbagai macam proses, yakni proses studi geologi, analisis, sedimen, karakter, serta struktur sumber. Lalu minyak bumi tersebut akan diproses di pengilangan minyak yang dipisah-pisahkan berdasarkan titik didihnya sehingga menghasilkan beraneka ragam jenis minyak bumi. Bahan bakar tersebut dipergunakan untuk memproduksi berbagai material yang dibutuhkan oleh manusia. (Novela Ayu: 2014:4)

Beberapa jenis bahan bakar minyak yang terdapat di Indonesia adalah minyak tanah rumah tangga, minyak tanah industri, pertamax, pertamax racing, pertamax plus, premium, bio premium, bio solar, solar transportasi, solar industri, minyak diesel, minyak bakar, dan Pertamina DEX. Pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar minyak ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD). (Novela Ayu: 2014:4)



Gambar 2.1 Sumur minyak pertemina

3. Batu bara

Batu bara, yakni batuan yang dapat dibakar karena terbentuk dari endapan organik sisa tumbuhan yang kemudian dibentuk dengan proses pembatubaraan. Unsur-unsur kimia yang terdapat dalam batu bara ini adalah hidrogen, oksigen, dan karbon. Pembentukan energi fosil ini mengalami proses yang sangat lama dengan mendapatkan pengaruh dari gesekan panas bumi dan tekanan udara lainnya. Jenis batu bara pun ada dua macam, yakni batu bara dengan pertambangan darat dan pertambangan terbuka. Batu bara juga merupakan bahan bakar yang bisa juga digunakan sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik. Contohnya yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan teknik peleburan logam dan industri, Pembangkit Listrik Tenaga Gas Batubara (PLTGB). (Novela Ayu, 2014:4)



Gambar 2.2 Batu bara

4. Gas alam

Gas alam atau yang sering disebut gas rawa. Gas alam biasanya ditemukan di bawah tanah bersama dengan minyak bumi dan batubara tapi kadang-kadang terjadi dengan itu dan dipompa melalui pipa. Setelah dipompa keluar, diangkut ke tempat penyimpanan atau untuk keperluan rumah tangga. Ini telah menjadi sumber gas domestik selama bertahun-tahun. Banyak orang menggunakan gas ini untuk memanaskan rumah mereka. Ini berisi bau yang kuat yang membuatnya mudah untuk mencium jika ada kebocoran. Gas alam menghasilkan relatif sedikit polusi terhadap sumber bahan bakar lain (Novela Ayu: 2014:5).

Karena, gas alam berada dalam keadaan cair, mudah untuk transportasi gas alam melalui jaringan pipa. Kelemahan utama dari bahan bakar ini adalah sangat mudah terbakar. Para produsen terbesar gas alam adalah Amerika Serikat dan Rusia. Contoh pembangkit listrik yang menggunakan gas alam ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG). (Novela Ayu: 2014:5).



Gambar 2.3 Pembangkit listrik tenaga gas

2.3.2 Energi baru dan terbarukan

Energi terbarukan adalah energi yang bersumber dari alam dan secara berkesinambungan dapat terus diproduksi tanpa harus menunggu waktu jutaan tahun layaknya energi berbasis fosil. Sumber alam yang dimaksud dapat berasal dari matahari, panas bumi (geothermal), angin, air (hydropower) dan berbagai bentuk dari biomassa. Sumber energi tersebut tidak dapat habis dan dapat terus. Selain dapat dipulihkan kembali, energi terbarukan diyakini lebih bersih (ramah lingkungan), aman, dan terjangkau masyarakat. Penggunaan energi terbarukan lebih ramah lingkungan karena mampu mengurangi pencemaran lingkungan dan kerusakan lingkungan di banding energi non-terbarukan (Almendah, 2014: 2)

Jenis sumber energi terbarukan (*renewable energy*) yang dimiliki Indonesia cukup banyak. Jika dikelola dan dimanfaatkan dengan baik diyakini dapat menggantikan energi fosil. Bentuk energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan terdiri dari; (1) panas bumi, (2) air, (3) angin, (4) matahari, dan (5) biomassa. (Almendah, 2014: 2)

1. Panas bumi

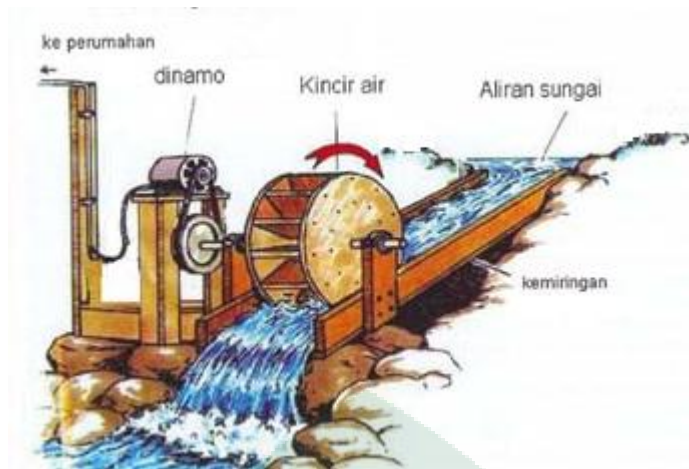
Energi panas bumi atau geothermal adalah sumber energi terbarukan berupa energi thermal (panas) yang dihasilkan dan disimpan di dalam bumi. Energi panas bumi diyakini cukup ekonomis, berlimpah, berkelanjutan, dan ramah lingkungan. Namun pemanfaatannya masih terkendala pada teknologi eksploitasi yang hanya dapat menjangkau di sekitar lempeng tektonik. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) yang dimiliki Indonesia antara lain: PLTP Sibayak di Sumatera Utara, PLTP Salak (Jawa Barat). (Alamendah: 2014:3)



Gambar 2.4 Pembangkit listrik tenaga thermal Surabaya

2. Air

Sumber energi ini didapatkan dengan memanfaatkan energi potensial dan energi kinetik yang dimiliki air. Saat ini, sekitar 20% konsumsi listrik dunia dipenuhi dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). (Alamendah: 2014:3)



Gambar 2.5 Pembangkit listrik tenaga air

3. Angin

Energi angin atau bayu adalah sumber energi terbarukan yang dihasilkan oleh angin. Kincir angin digunakan untuk menangkap energi angin dan diubah menjadi energi kinetik atau listrik. Pemanfaat energi angin menjadi listrik di Indonesia telah dilakukan seperti pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTBayu) Samas di Bantul, Yogyakarta. (Alamendah: 2014:3)



Gambar 2.6 Pembangkit listrik tenaga bayu

4. Matahari

Energi matahari atau surya adalah energi terbarukan yang bersumber dari radiasi sinar dan panas yang dipancarkan matahari sebagai bahan bakar utama dengan bantuan *solarcell*, energi dari cahaya matahari dapat langsung diubah menjadi energi listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang terdapat di Indonesia antara lain : PLTS Karangasem (Bali), PLTS Rajjua, PLTS Nule, dan PLTS Solor Barat (NTT) (Anwar Ilmar,2016:3)



Gambar 2.7 Pembangkit listrik tenaga surya

5. Biomassa

Biomassa adalah jenis energi terbarukan yang mengacu pada bahan biologis yang berasal dari organisme yang hidup atau belum lama mati. Sumber biomassa antara lain bahan bakar kayu, limbah dan alkohol. Pembangkit listrik biomassa di Indonesia seperti PLTBM Pulubala di Gorontalo yang memanfaatkan tongkol jagung (Ris Hadi Purwanto,2012: 128).

Cara kerja Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBM) adalah fermentasi aneka bahan biomassa yang telah memenuhi syarat (ukuran halus, C/N ratio ~ 30, PH 6,5- 7,5, memiliki perbandingan tertentu kadar kering terhadap air) dalam digester atas segala jenis biomassa (dhi limbah

pertanian, perkebunan, peternakan, perikanan, gulma air eceng gondok dan ganggang maupun sampah organik) akan menghasilkan biogas. Pada dasarnya, tiap 1 ton biomassa akan hasilkan 40 m³ biometan, dengan kapasitas membangkitkan besaran daya listrik setara dengan 40 KWH. Ketersediaan bahan baku (biomassa, sampah, kotoran ternak) menentukan besaran ukuran digester dan generator. (Ris Hadi Purwanto,2012: 128).

Setelah dilewatkan pemurnian, biogas akan menjadi biometan (biogas murni dari kandungan pengotor H₂S, Amoniak, sedikit H₂O). Biometan, adalah bahan bakar terbarukan, yang menggantikan secara sempurna BBM dalam menjalankan generator listrik.



Gambar 2.8 Pembangkit listrik tenaga biomassa

6. Energi Surya

Energi surya merujuk pada radiasi energi dalam bentuk panas dan cahaya yang dipancarkan oleh matahari. Tanpa energi yang datang dari matahari, planet kita tidak akan mampu mendukung kehidupan dan energi surya adalah bentuk energi paling berlimpah yang tersedia di planet kita. Energi surya memiliki potensi besar dan banyak teknologi surya yang berkembang dengan sangat cepat. Namun, meskipun pertumbuhan industri energi surya global berlangsung dengan cepat, masih dibutuhkan banyak

waktu sebelum energi surya menjadi pesaing yang nyata untuk bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama. Hal ini karena sektor energi surya masih kalah dalam hal biaya dibandingkan bahan bakar fosil. (Valdi Rizki Yandri, 2012: 14)

Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Energi surya menjadi salah satu sumber pembangkit daya selain air, uap, angin, biogas, batu bara, dan minyak bumi. (Valdi Rizki Yandri, 2012: 14)

Teknik pemanfaatan energi surya mulai muncul pada tahun 1839, ditemukan oleh A.C. Becquerel. Ia menggunakan kristal silikon untuk mengkonversi radiasi matahari, namun sampai tahun 1955 metode itu belum banyak dikembangkan. Selama kurun waktu lebih dari satu abad itu, sumber energi yang banyak digunakan adalah minyak bumi dan batu bara (Valdi Rizki Yandri, 2012: 14)

Upaya pengembangan kembali cara memanfaatkan energi surya baru muncul lagi pada tahun 1958. Sel silikon yang dipergunakan untuk mengubah energi surya menjadi sumber daya mulai diperhitungkan sebagai metode baru, karena dapat digunakan sebagai sumber daya bagi satelit angkasa luar (Valdi Rizki Yandri, 2012: 14).

Energi surya telah banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa aplikasi energi surya adalah:

1. Pencahayaan bertenaga surya,
2. Pemanasan bertenaga surya, untuk memanaskan air, memanaskan dan mendinginkan ruangan,
3. Desalinisasi dan desinfektifikasi,
4. Untuk memasak, dengan menggunakan kompor tenaga surya.

Energi surya merupakan salah satu energi yang sedang giat dikembangkan saat ini oleh Pemerintah Indonesia karena sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi energi surya yang besar. Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut sebagai berikut :

1. Kawasan Barat Indonesia (KBI) dengan distribusi penyinaran sekitar 4,5 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan 10%
2. Kawasan Timur Indonesia (KTI) dengan distribusi penyinaran sekitar 5,1 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. (Valdi Rizki Yandari, 2012: 14)

7. Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir

Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir atau PLTN adalah sebuah pembangkit daya thermal yang menggunakan satu atau beberapa reaktor nuklir sebagai sumber panasnya. Prinsip kerja sebuah PLTN hampir sama dengan sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Uap, menggunakan uap bertekanan tinggi untuk memutar turbin. Putaran turbin inilah yang diubah menjadi energi listrik. Perbedaananya ialah sumber panas yang digunakan untuk menghasilkan panas. Sebuah PLTN menggunakan Uranium sebagai sumber panasnya. Reaksi pembelahan (fisi) inti Uranium menghasilkan energi panas yang sangat besar. Daya sebuah PLTN berkisar antara 40 MWe sampai mencapai 2000 MWe, dan untuk PLTN yang dibangun pada tahun 2005 mempunyai sebaran daya dari 600 MWe sampai 1200 MWe. Sampai tahun 2015 terdapat 437 PLTN yang beroperasi di dunia, yang secara keseluruhan menghasilkan daya sekitar 1/6 dari energi listrik dunia. Sampai saat ini sekitar 66 unit PLTN sedang dibangun di berbagai negara, antara lain Tiongkok 28 unit, Rusia 11 unit, India 7 unit, Uni Emirat Arab 4 unit, Korea Selatan 4 unit, Pakistan dan Taiwan masing-masing 2 unit. (Idznur Rizky Muhammad, 2019: 15)



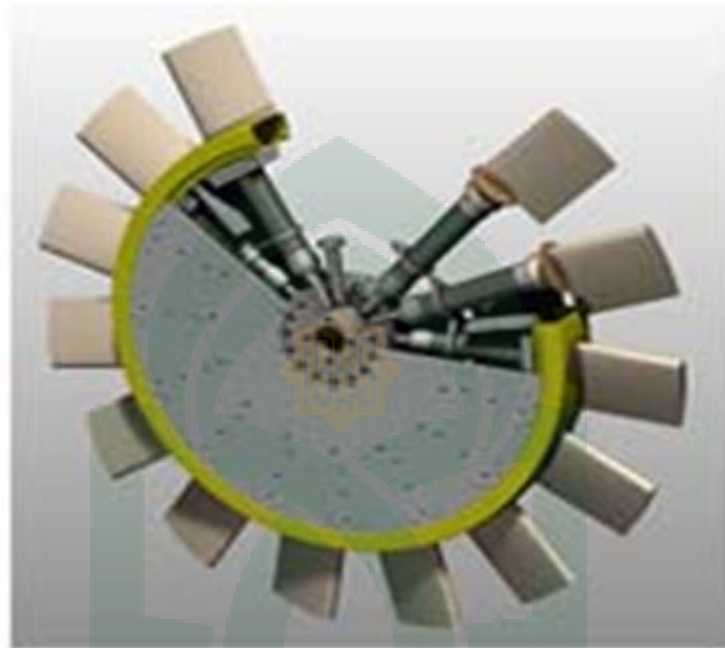
Gambar 2.12 Pembangkit listrik tenaga nuklir

8. Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut

Pada dasarnya prinsip kerja teknologi yang mengkonversi energi gelombang laut menjadi energi listrik adalah mengakumulasi energi gelombang laut untuk memutar turbin generator. Karena itu sangat penting memilih lokasi yang secara topografi memungkinkan akumulasi energi. Meskipun penelitian untuk mendapatkan teknologi yang optimal dalam mengkonversi energi gelombang laut masih terus dilakukan, saat ini, ada beberapa alternatif teknologi yang dapat dipilih. Salah satu alternatif teknologi itu adalah dengan menggunakan sistem kolom air berosilasi atau biasa disebut *oscilating water column* (owc) (Sitti Rahma Utami, 2018:3)

Prinsip dasar kerja dari turbin udara adalah mengubah energi mekanis dari tekanan udara menjadi energi putar pada turbin, lalu putaran turbin digunakan untuk memutar generator, yang akhirnya akan menghasilkan listrik. Umumnya daya efektif yang dapat dipanen oleh sebuah turbin angin hanya sebesar 50% - 70%. Sistem ini terdiri dari sebuah ruangan yang dibangun di tepi pantai. Gerakan laut / gelombang laut mendorong kantong udara sebuah pemecah gelombang ke atas dan ke bawah. Kemudian udara akan melewati turbin udara. Selanjutnya, ketika gelombang kembali ke laut, udara tadi akan beredar melalui turbin pada arah yang sebaliknya. Turbin penyearah ini dirancang oleh Profesor Alan Wells dari Queen's University,

yang menggerakkan generator listrik dipasang pada poros yang sama, seperti diilustrasikan pada gambar 8. Untuk mengontrol tekanan udara di dalam sistem digunakan katup atau klep yang dipasang secara paralel (kadang-kadang secara seri) dengan turbin (Sitti Rahma Utami,2018: 3)



Gambar 2.13 Turbin pembangkit listrik gelombang laut

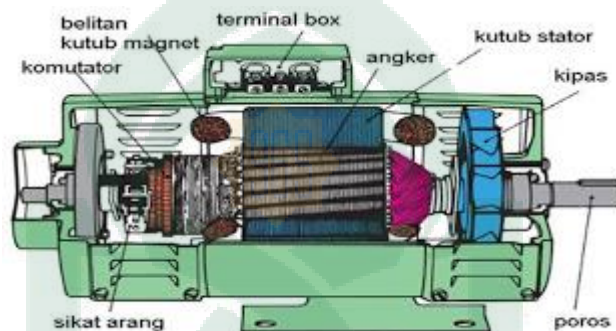
2.4 Generator

Generator adalah suatu alat yang dapat mengubah tenaga mekanik menjadi energi listrik. Tenaga mekanik bisa berasal dari panas, air, uap, dll. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator bisa berupa Listrik AC (listrik bolak-balik) maupun DC (listrik searah). Hal tersebut tergantung dari konstruksi generator yang dipakai oleh pembangkit tenaga listrik (Perawati,2017: 115).

Generator berhubungan erat dengan hukum faraday. Berikut hasil dari hukum faraday “ bahwa apabila sepotong kawat penghantar listrik berada dalam medan magnet berubah- ubah, maka dalam kawat tersebut akan terbentuk Gaya Gerak Listrik ” (Perawati,2017: 115).

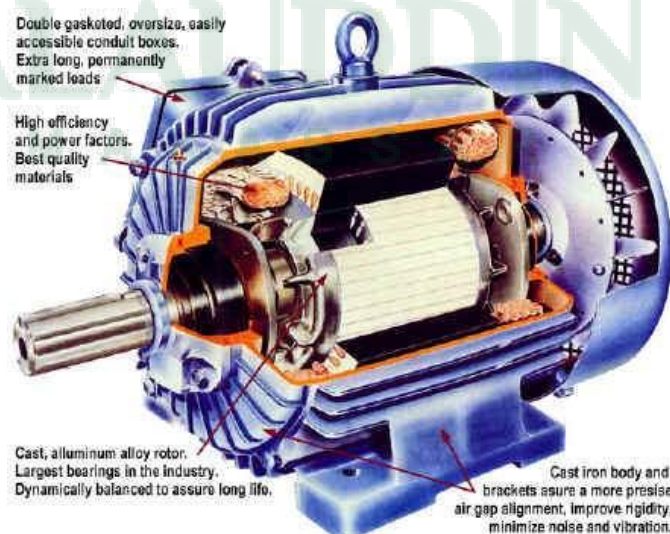
Disebut mesin sinkron, karena bekerja pada kecepatan dan frekuensi konstan di bawah kondisi "Steady state". Mesin sinkron bisa dioperasikan baik sebagai generator maupun motor. (Perawati,2017: 115). Mesin sinkron bila difungsikan sebagai motor berputar dalam kecepatan konstan. Ada dua jenis generator listrik:

1. Generator Arus Searah menghasilkan arus listrik DC karena pada konstruksi dilengkapi dengan komutator, biasanya berfungsi sebagai penguat pada generator utama di bengkel atau industri.



Gambar 2.9 Genarator arus searah DC

2. Generator Arus Bolak-Balik menghasilkan arus listrik AC, hal ini disebabkan karena konstruksi pada generator menyebabkan arah arus akan berbalik pada setiap setengah putaran. (Muhammad Zaidan Makitta, 2018: 7)



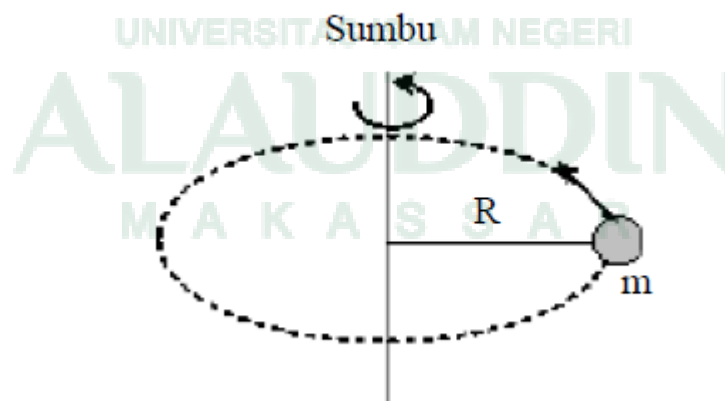
Gambar 2.10 Generator arus bolak-balik AC

2.5 Gaya Gerak Listrik (GGL)

Bila sebatang logam panjang berada di dalam medan listrik, (E_0), maka akan menyebabkan elektron bebas akan bergerak ke kiri yang akhirnya akan menimbulkan medan listrik induksi yang sama kuat dengan medan listrik (Gambar 1) sehingga kuat medan total menjadi nol. Dalam hal ini potensial kedua ujung logam menjadi sama besar dan aliran elektron akan berhenti, maka kedua ujung logam terdapat muatan induksi. Agar aliran elektron bebas berjalan terus maka harus muatan induksi ini terus diambil, sehingga pada logam tidak timbul medan listrik induksi. Dan sumber ggl (misal baterai) yang dapat membuat beda potensial kedua ujung logam harganya tetap, sehingga aliran electron tetap berjalan (wahyu sunarlik, 2014:2)

2.6 Momen Inersia

Momen inersia adalah ukuran kelembaman suatu benda untuk berotasi pada porosnya, momen inersia juga disebut sebagai besaran pada gerak rotasi yang analog dengan massa pada gerak translasi (Banjarnahor, 2012; Zhang, 2014: 5)



Gambar 2.11 Peristiwa momen inersia

Momen inersia pada suatu benda tegar dapat ditentukan massa dan dimensi fisiknya, baik dengan cara matematis maupun eksperimen.

Metode eksperimen dapat dilakukan sebagai pembuktian sebuah konsep mengenai momen inersia, besaran-besaran yang terukur dan yang mempengaruhi nilai momen inersia (Hara, 2012: 9).

Momen inersia dipengaruhi oleh jari-jari (jarak benda dari sumbu). Benda yang berbentuk sama namun momen inersianya bisa saja berbeda karena pengaruh jari-jari. Semakin besar jari-jari benda maka semakin besar momen inersianya (Tipler, 1998). Hal ini didasarkan pada silinder pejal yang tidak memiliki rongga, sehingga jari-jari yang dimiliki utuh (Zafar, 2012: 110)

Silinder pejal tanpa rongga memiliki konstanta yang sama dengan silinder pejal berongga yaitu $\frac{1}{2}$, akan tetapi berbeda dari jari-jari. Silinder pejal hanya memiliki 1 jari-jari, tanpa jari-jari dalam (Giancoli, 2013).

Teorema sumbu sejajar yang menyatakan bahwa momen kelembaman benda terhadap sumbu yang sejajar dengan sumbu yang melalui titik pusat massa pada benda tegar (Kuntoro P. & Murdaka Eka J., 2009).

Teorema ini menyatakan hasil nilai dengan momen inersia benda terhadap sumbu melalui titik pusat massanya ditambah dengan hasil kali antara massa benda dengan jarak kuadrat dari kedua sumbu yang sejajar itu (Mochlas, 2016: 5). Mengacu pada teorema tersebut momen inersia dapat dibuktikan dalam teknik integral dengan mengintegrasikan jari-jari terhadap massa benda (Krishnan, 2016: 166).

Dalam gerak rotasi, “massa” benda tegar dikenal dengan istilah Momen Inersia alias MI. Momen Inersia dalam Gerak Rotasi mirip dengan massa dalam gerak lurus. Jika massa dalam gerak lurus menyatakan ukuran kemampuan benda untuk mempertahankan kecepatan linear (kecepatan linear = kecepatan gerak benda pada lintasan lurus), maka Momen Inersia dalam gerak rotasi menyatakan ukuran kemampuan benda untuk mempertahankan kecepatan sudut (kecepatan sudut = kecepatan gerak benda ketika melakukan gerak rotasi. Disebut sudut karena dalam gerak rotasi, benda bergerak mengitari sudut) (Hendra banjarnahor, 2012:9).

Makin besar momen inersia suatu benda, semakin sulit membuat benda itu berputar atau berotasi. sebaliknya, benda yang berputar juga sulit dihentikan jika momen inersianya besar. Besaran pada gerak rotasi yang analog dengan massa pada gerak translasi dikenal sebagai momen inersia (I). Perbedaan nilai antara massa dan momen inersia adalah besar massa suatu benda hanya bergantung pada kandungan zat dalam benda tersebut, tetapi besar momen inersia tidak hanya tergantung pada jumlah zat tetapi juga dipengaruhi oleh bagaimana zat tersebut terdistribusi pada benda tersebut. Momen inersia suatu benda yang berotasi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$I = mr^2 \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

I = momen inersia benda (kg m²)

m = massa benda (kg)

r = jarak ke sumbu rotasi (m)

Momen inersia untuk suatu partikel atau elemen massa (dm) dapat ditentukan dengan cara yang sama. Elemen momen inersia (dI) dapat ditulis sebagai berikut:

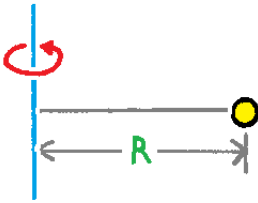
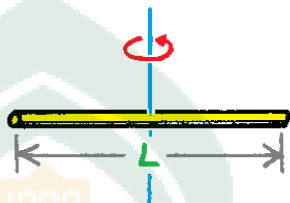
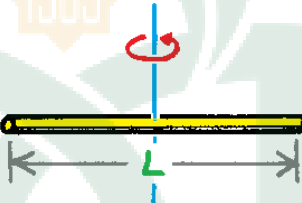
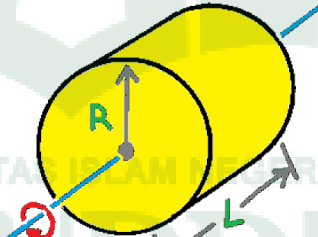
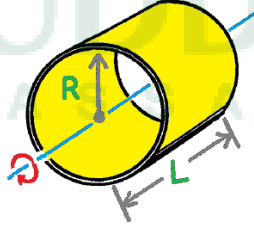
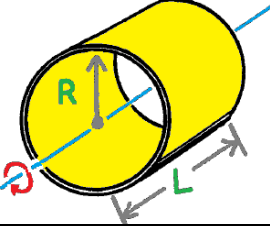
$$dI = r^2 dm \dots \dots \dots (2.3)$$

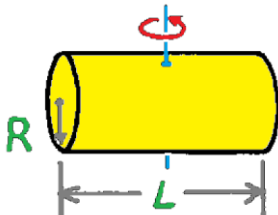
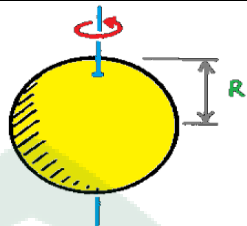
Jika sumbu putar benda tegar berjarak d dari pusat massa maka momen inersia dapat dituliskan sebagai berikut:

$$I = I_{pm} + md^2 \dots \dots \dots (2.4)$$

dengan I_{pm} = momen inersia jika sumbu putar melalui pusat massa, d = jarak sumbu putar ke pusat massa benda (Hendra banjarnahor, 2012:9)

Tabel 2.1 Momen inersia untuk beberapa benda tegar

Benda	Sumbu Putar	Gambar	Persamaan
Partikel	Di sebelah partikel dengan jarak R		$I = mR^2$
Batang Silinder	Tepat melalui pusat dan tegak lurus batang		$I = \frac{1}{12}mL^2$
Batang Silinder	Melalui ujung batang dan tegak lurus batang		$I = \frac{1}{3}mL^2$
Silinder pejal	Melalui titik pusat silinder		$I = \frac{1}{2}mR^2$
Silinder berongga	Melalui titik pusat silinder		$I = mR^2$
Silinder pejal berongga	Melalui titik pusat silinder		$I = \frac{1}{2}m(R_1^2 + R_2^2)$

Silinder pejal	Melintang terhadap titik pusat silinder		$I = \frac{1}{4}mR^2 + \frac{1}{12}mL^2$
Bola pejal	Tepat melalui titik pusat		$I = \frac{2}{5}mR^2$

2.6 Ayat tentang penelitian

Pengembangan sumber Energi baru dan terbarukan merupakan sebuah cara efektif dalam pemenuhan kebutuhan energi kedepannya ditengah semakin tingginya kebutuhan energi dan makin terbatasnya sumber energi dengan bahan bakar fosil, sehingga manusia harus mulai berpikir lebih maju sebagaimana yang dijelaskan dan QS Nuh /71: 15-16 berikut:

أَلَمْ تَرَوْا كَيْفَ خَلَقَ اللَّهُ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا ۖ وَجَعَلَ الْقَمَرَ فِيهِنَّ نُورًا وَجَعَلَ الشَّمْسُ سِرَاجًا

Terjemahan:

15. Tidakkah kalian melihat bagaimana Allah menciptakan tujuh langit, satu langit di atas langit yang lain.

16. Dan menciptakan bulan di langit bumi, darinya memantul cahaya untuk penduduk bumi, dan menjadikan matahari sebagai sumber cahaya.

Menurut Tafsir Al-Muyassar Pada dua ayat ini terdapat bukti lain tentang keagungan Allah yang dijelaskan Nabi Nuh kepada kaumnya untuk

menegaskan keagungan Sang Pencipta; yaitu penciptaan tujuh langit yang sangat luas dan bertingkat-tingkat, penciptaan matahari dan bulan di langit dunia, dan menjadikan matahari sebagai penerang yang memberi cahaya dan panas kepada bumi.

An-Nafahat Al-Makkiyah / Syaikh Muhammad bin Shalih asy-Syawi dalam menerangkan dua ayat diatas menyatakan bahwa Allah juga berdalil dengan penciptaan langit dan bumi yang lebih agung dari penciptaan manusia seraya berfirman, “Tidakkah kamu perhatikan bagaimana Allah telah menciptakan tujuh langit bertingkat-tingkat,” yakni masing-masing langit di atas yang lain, “dan Allah menciptakan padanya bulan sebagai cahaya” bagi penduduk bumi, “dan menjadikan matahari sebagai pelita.” Di dalam ayat ini terdapat peringatan akan agungnya penciptaan berbagai hal ini serta banyaknya manfaat pada matahari dan bulan sebagai petunjuk atas rahmat Allah dan kebaikanNya yang amat luas. Dzat Yang Mahaagung lagi Maha Penyayang berhak untuk diagungkan, dicintai, ditakuti, dan diharap.

Dalam kedua ayat diatas disampaikan kebesaran-kebesaran Allah SWT. Dan pada QS Nuh ayat 16 diterangkan bahwa mataharilah yang menjadi sumber cahaya atau sumber energi untuk makhluk yang ada dialam semesta ini, seiring perkembangan ilmu pengetahuan, maka manusia mulai mengembangkan sebuah penemuan yaitu salah satunya pembangkit listrik tenaga surya atau tenaga matahari yang mana listrik ini merupakan listrik yang bebas bahan bakar fosil dan termasuk energi baru dan terbarukan karena ketersediaan cahaya matahari yang tak terbatas.

Rancang bangun yang akan dibuat ini merupakan salah satu bentuk pengaplikasian dari rotasi benda bulat yang pada alat ini disebut *flywheel* yang merupakan salah satu benda mekanik yang menyimpan energi rotasi yang porosnya tetap berada ditengah, hal ini hampir sama dengan proses rotasi bumi yang mana bumi terus berotasi dengan poros yang tetap pada

sumbu utara dan sumbu selatan. Hal ini seperti yang dijelaskan dalam beberapa ayat didalam Al-Quran. Namun pada penelitian ini akan diangkat ayat didalam QS Yasin/36: 37 berikut:

وَعَايَةُ لَهُمُ اللَّيْلُ نَسْلَخُ مِنْهُ النَّهَارَ فَإِذَا هُمْ مُظْلِمُونَ

Terjemahan:

“Dan suatu tanda (kebesaran dan kekuasaan Allah SWT) bagi mereka (yang enggan beriman) adalah malam; Kami menanggalkan darinya siang, maka dengan tiba-tiba, mereka (makhluk di belahan bumi tertentu) berada dalam kegelapan.” (QS: Yasin Ayat 37)

Ibnu Jarir al-Thabari menerangkan bahwa kata *naslakhu* pada ayat di atas bermakna keluar dan meninggalkan (*kharaja wa taraka*) sebagaimana makna ini juga digunakan pada kata yang sama dalam QS al-A'raf ayat 175. Adapun kata *mudzlimun* menurut al-Thabari berarti bahwa tatkala tiba waktunya mereka makhluk yang ada di belahan bumi menjadi diliputi kegelapan dengan datangnya malam (*faidza hum shaaruu fi dzulmatin bi majii 'i al-lail*).

Dalam kitabnya *Lathaif al-Isyarat*, Imam al-Qusyairi menggunakan bahasa sastra dalam menafsirkan ayat di atas, ia mengatakan bahwa Allah SWT mengganti cahaya siang dengan sergapan malam dan menghilangkan kegelapan malam dengan sergapan siang (*nubthilu dhau'a al-nahar bi hujum al-lail 'alaihi, wa tajiilu zhullaam al-lail bi hujum al-nahar 'alaih*). Menurut al-Qusyairi sama halnya dengan kuasa Allah SWT atas pergantian siang dan malam, begitu pun hanya Dia yang punya kuasa untuk memberikan tongkat kepada hambanya yang buta untuk menyusuri jalan petunjuk-Nya.

Al-Zamakhshari dalam *al-Kasysyaf* menerangkan bahwa kata *salakha* yang digunakan pada ayat di atas, seringkali digunakan dalam kalimat *salakha jald al-syat* (kulit domba dikuliti). Dari pemakaian kalimat ini kemudian dipinjam untuk mendeskripsikan hilangnya cahaya ketika masuk waktu malam dan jadilah kegelapan menaungi makhluk yang ada di dalamnya.

Berbeda dengan penafsiran-penafsiran di atas, Fakhruddin al-Razi lebih fokus pada munasabah ayat ini dengan ayat sebelumnya. Pada ayat 33-35 telah diterangkan tentang keadaan bumi sebagai tempat bagi makhluk hidup, ayat 37 ini dijelaskan mengenai pergantian malam dan siang yakni waktu yang meliputi makhluk hidup. Keduanya, tempat dan waktu, adalah hal yang pasti melekat pada makhluk hidup. Keterangan mengenai tempat, menurut al-Razi juga dijelaskan dalam QS Fushshilat ayat 37, begitu pun dengan waktu juga dijelaskan dalam surat yang sama pada ayat 39. Bagi al-Razi isyarat terhadap waktu dan tempat tidak semata-mata untuk menunjukkan ketidakberdayaan makhluk, akan tetapi juga menegaskan ajaran tauhid (*al-wahdaniyyah*).

Sama seperti keterangan al-Zamakhshari, M. Quraish Shihab dalam *Tafsir Al-Misbah* juga menjelaskan bahwa kata *naslakhu* diambil dari kata *salakha* yang maknanya biasa berarti menguliti binatang. Akan tetapi yang dimaksud dalam ayat ini adalah mengeluarkan atau menanggalkan. Berkaitan dengan kata ini, al-Quran juga melukiskan pergantian malam dan siang dengan kata *yuuliju* yang artinya memasukkan.

Quraish berpandangan bahwa ayat ini mengilustrasikan bumi dalam keadaan gelap dan pada kenyataannya planet bumi memang gelap karena tidak bercahaya. Mataharilah yang memancarkan sinar ke bumi. Dari matahari ini bagian tertentu bumi diliputi cahaya. Menurut Quraish, sinar matahari ini diilustrasikan dengan kulit dan malam digambarkan dengan jasmani binatang yang tertutup kulit. Kemudian sedikit demi

sedikit sinar itu diambil dan dikeluarkan layaknya binatang yang sedang dikuliti.

Dari ayat diatas dijelaskan sebuah perpindahan dari gelap menjadi terang atau dari malam menuju siang, yang mana peristiwa tersebut merupakan suatu bukti bahwa bumi melakukan rotasi pada porosnya, kemudian isyarat kedua yang dapat diambil bahwa setiap manusia diberikan kesempatan untuk melakukan sebuah bentuk inovasi-inovasi terbuka atau berkemajuan yang diharapkan akan dapat membantu memenuhi setiap kebutuhan manusia. Salah satu bentuk inovasi terbuka yaitu pembuatan rancang bangun pembangkit listrik alternatif, sehingga rancangan ini diharapkan dapat menjadi sebuah alternatif pemenuhan listrik rumah tangga ketika terjadi pemadaman oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN)

Dari tiga ayat yang kami angkat diatas dapat disimpulkan bahwa ilmu pengetahuan yang kemajuannya begitu pesat di era saat ini ternyata sudah jauh dijelaskan oleh Al-Quran sejak berabad – abad yang lalu.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dan tempat diadakannya penelitian ini yaitu pada bulan Mei sampai juli 2020 dan bertempat di Samata kecamatan Somba opu kabupaten Gowa

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Alat

1) Alat pembuatan generator

1. Besi
2. Obeng
3. Solder
4. Alat las listrik

2) Alat ukur parameter

1. Voltmeter
2. Amperemeter
3. Neraca
4. Meteran

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

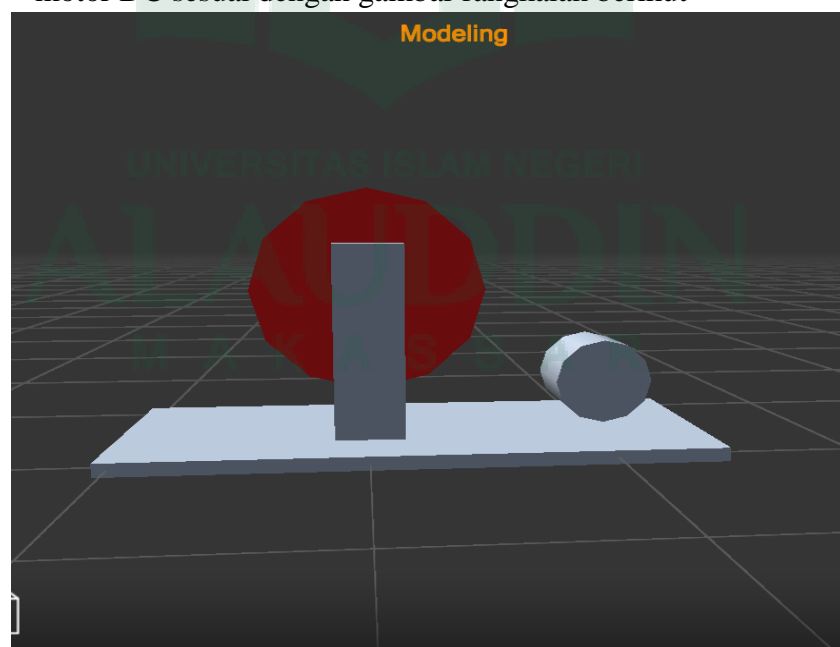
- | | |
|-----------------------|------------|
| 1. Motor penggerak AC | 1 buah |
| 2. Motor DC 12 volt | 1 buah |
| 3. V-belt | 1 buah |
| 4. Kabel tunggal | secukupnya |
| 5. <i>Flywheel</i> | 1 buah |
| 6. Lahar | 2 buah |
| 7. Pulley | 2 buah |

8. Papan PCB	1 buah
9. Akumulator (Accu)	1 buah
10. Papan kayu	2 buah
11. Terminal listrik	1 buah
12. Transformator 10 A	1 buah
13. Kit Converter Stepup 5V-12V	1 buah
14. Kit Converter Stepup 12V-24V	1 buah
15. Kit Inverter DC-AC	1 buah
16. Selotip Bakar	Secukupnya
17. Baut	Secukupnya
18. Kipas 12 Volt	1 buah

Prosedur Penelitian

Berikut langkah-langkah dalam membuat rancang bangun ini:

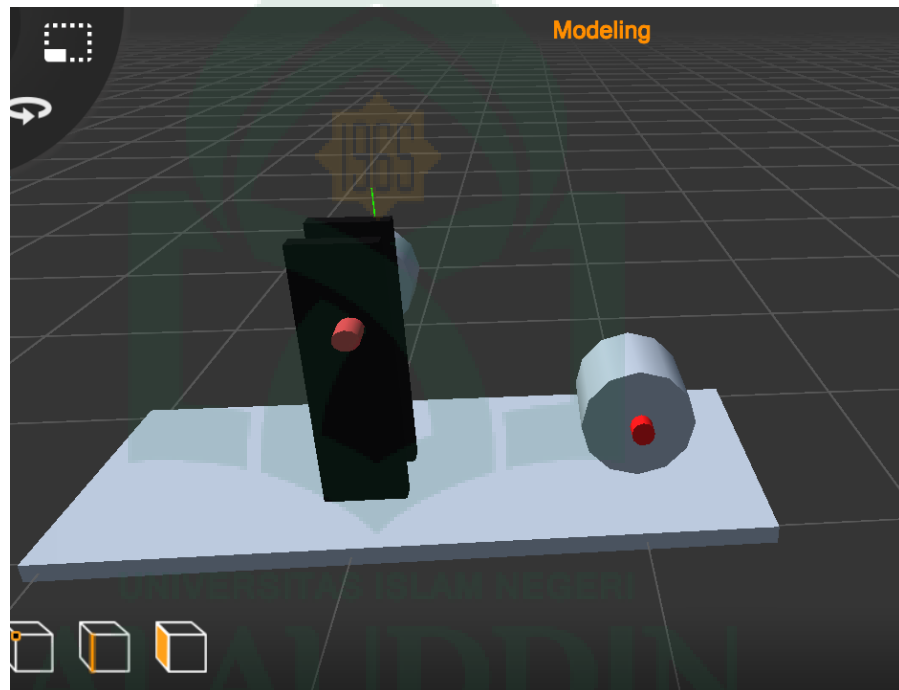
1. Membuat desain generator bebas bahan bakar
 - a. Dengan menggunakan *flywheel*: merangkai Motor AC ,*flywheel* dan motor DC sesuai dengan gambar rangkaian berikut



Gambar 3.1 Dapur pacu dengan flywhell

keterangan

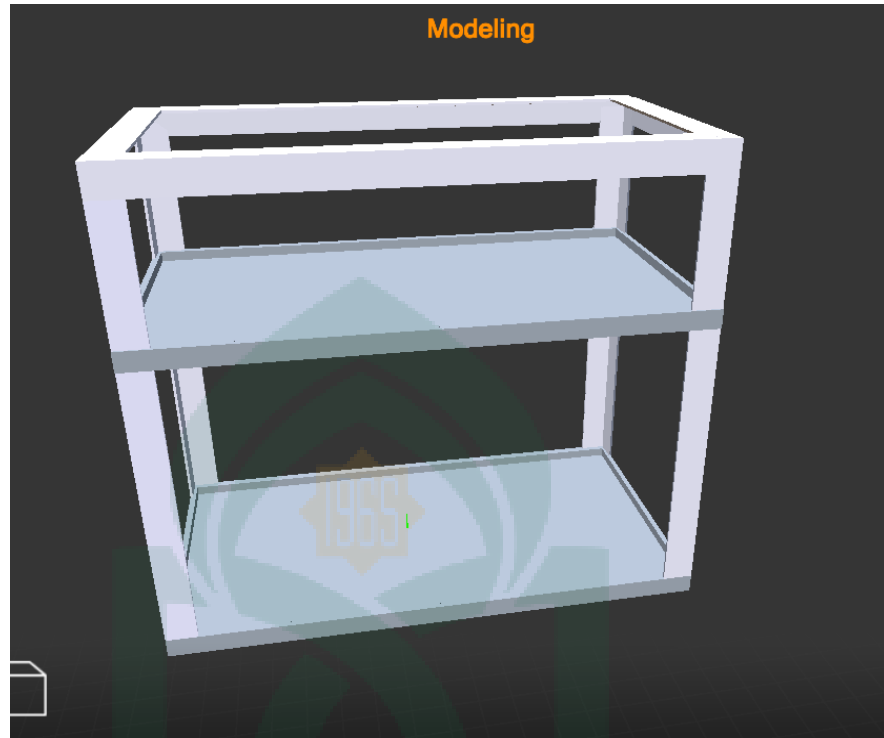
1. Dinamo listrik
 2. Generator
 3. *Flywheel*
 4. Pulley
 5. V Belt
- b. Tanpa menggunakan *flywheel*: merangkai Motor AC dan motor DC sesuai dengan gambar rangkaian berikut



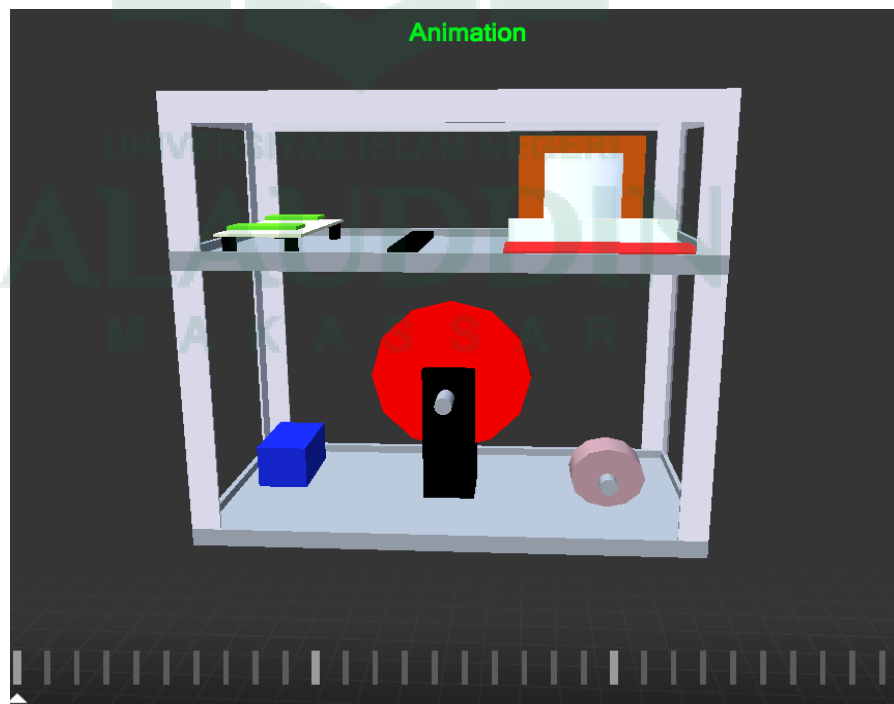
Gambar 3.2 Dapur pacu tanpa flywheel

- c. Pembuatan rangka
1. Mengukur batang besi sesuai dengan panjang keseluruhan dari rancangan yang telah dibuat
 2. Memotong batang besi sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan

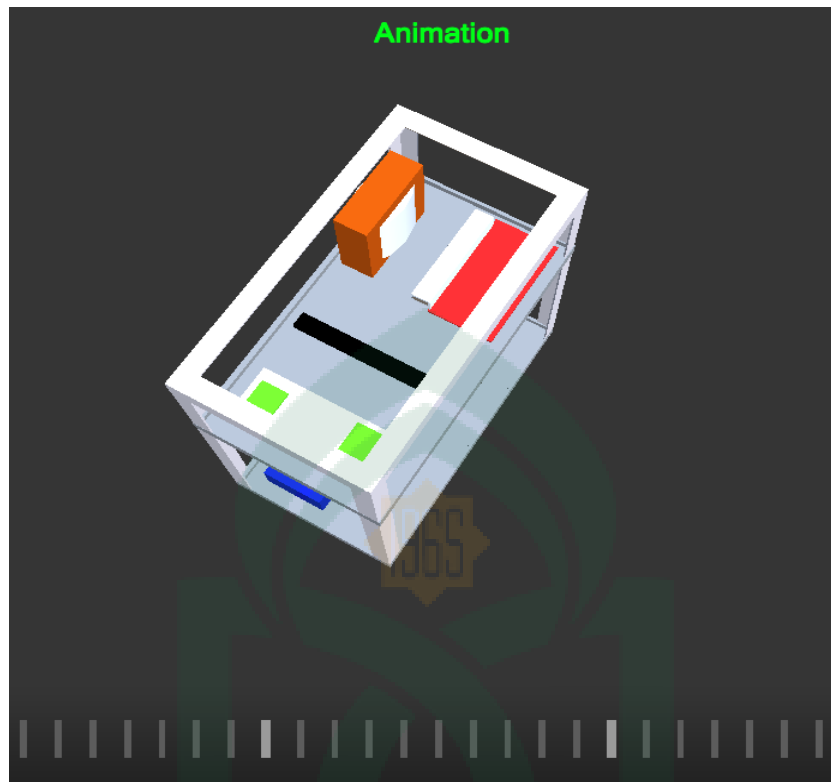
3. Merangkai batang besi menjadi bentuk bangun balok seperti pada gambar 3.3



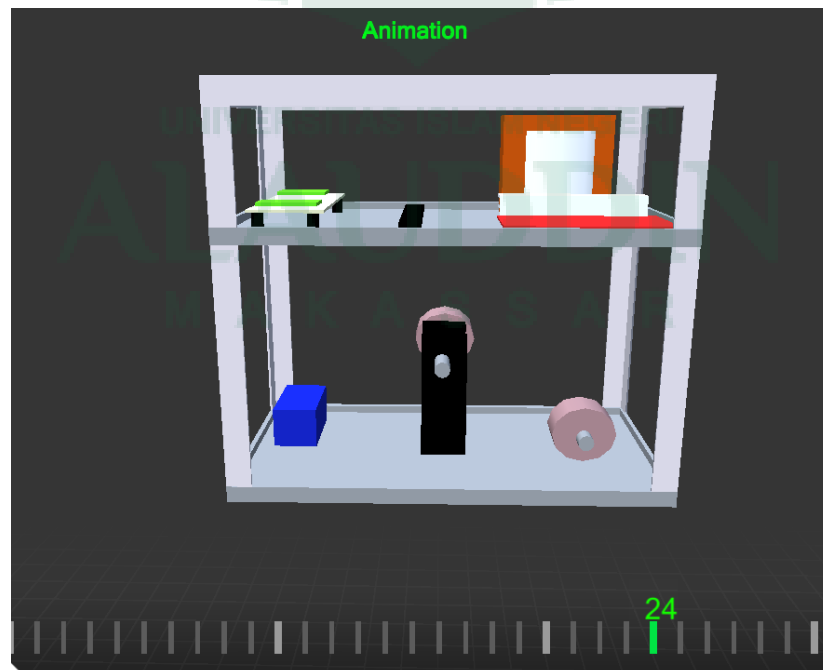
Gambar 3.3 Rangka rancang bangun generator bebas bahan bakar



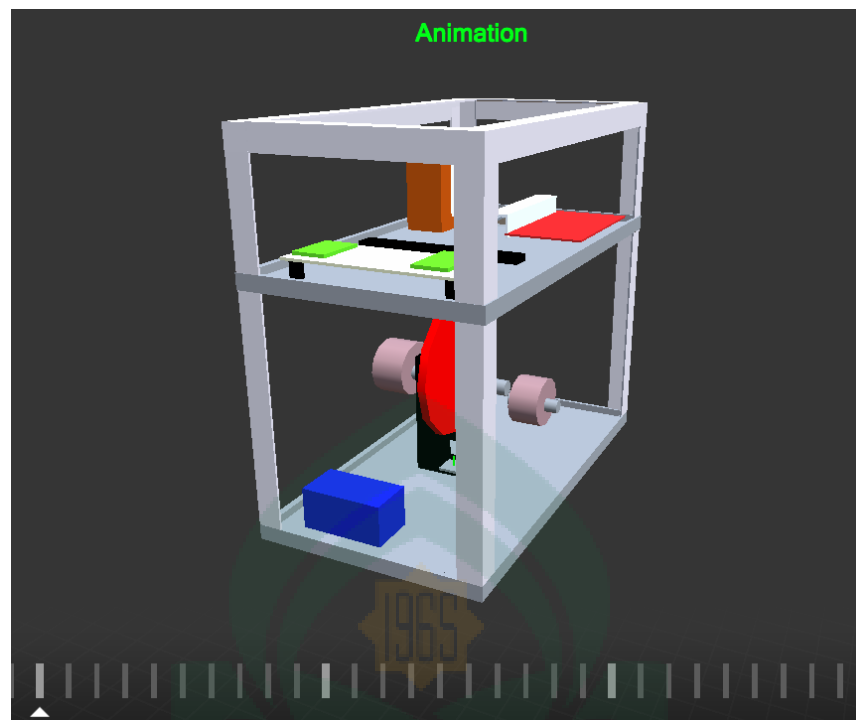
Gambar 3.4 Rancang bangun tampak depan



Gambar 3.6 Rancang bangun tampak atas

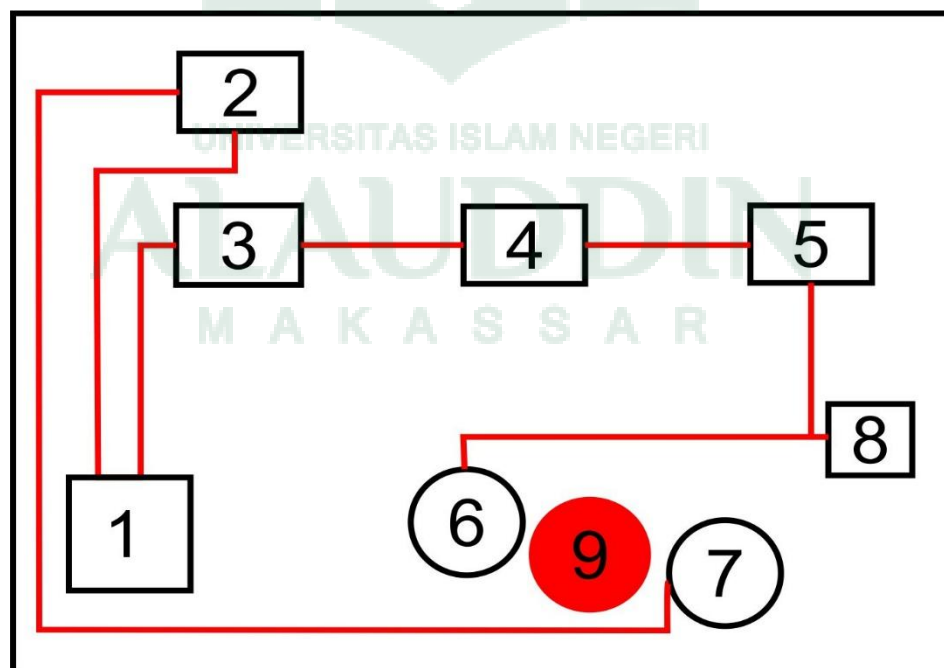


Gambar 3.7 Rancang bangun tanpa penambahan *flywheel*



Gambar 3.8 Rancang bangun tampak samping

2. Merangkain aliran listrik seperti gambar dibawah



Gambar 3.8 Rangkaian listrik rancang bangun generator bebas bahan bakar

Keterangan

1. Akumulator (Accu 12 volt)
2. Converter Stepup (5V-14 V)
3. Converter Stepup (12V-24V)
4. Inverter DC-AC
5. Transformator 10 A
6. Mesin AC
7. Generator DC
8. Terminal Listrik
9. *Flywheel*

3.3 Pengujian Generator

Parameter yang diuji adalah sebagai berikut

1. Pengukuran parameter tanpa menggunakan *flywheel*
 - a. Menghubungkan amperemeter dengan keluaran generator untuk mengukur arus yang dihasilkan
 - b. Menghubungkan amperemeter dengan keluaran dari rangkaian untuk mengukur arus yang dihasilkan
 - c. Menghubungkan Voltmeter dengan keluaran generator untuk mengukur tegangan yang dihasilkan
 - d. Menghubungkan Voltmeter dengan keluaran dari rangkaian untuk mengukur tegangan yang dihasilkan
 - e. Melakukan pengukuran parameter beberapa kali untuk melihat perubahan yang terjadi

Tabel 3.1 Pengukuran Tanpa *flywheel*

No	waktu (t)menit	Arus pada generator (A)	Arus pada keluaran (A)	tegangan generator (v)	Tegangan keluaran(v)
1	0				
2	5				
3	10				
4	15				

3. Pengukuran Parameter dengan menggunakan *flywheel*
 - a. Menghubungkan amperemeter dengan keluaran generator untuk mengukur arus yang dihasilkan
 - b. Menghubungkan amperemeter dengan keluaran dari rangkaian untuk mengukur arus yang dihasilkan
 - c. Menghubungkan Voltmeter dengan keluaran generator untuk mengukur tegangan yang dihasilkan
 - d. Menghubungkan Voltmeter dengan keluaran dari rangkaian untuk mengukur tegangan yang dihasilkan
 - e. Melakukan pengukuran parameter beberapa kali untuk melihat perubahan yang terjadi

Massa =

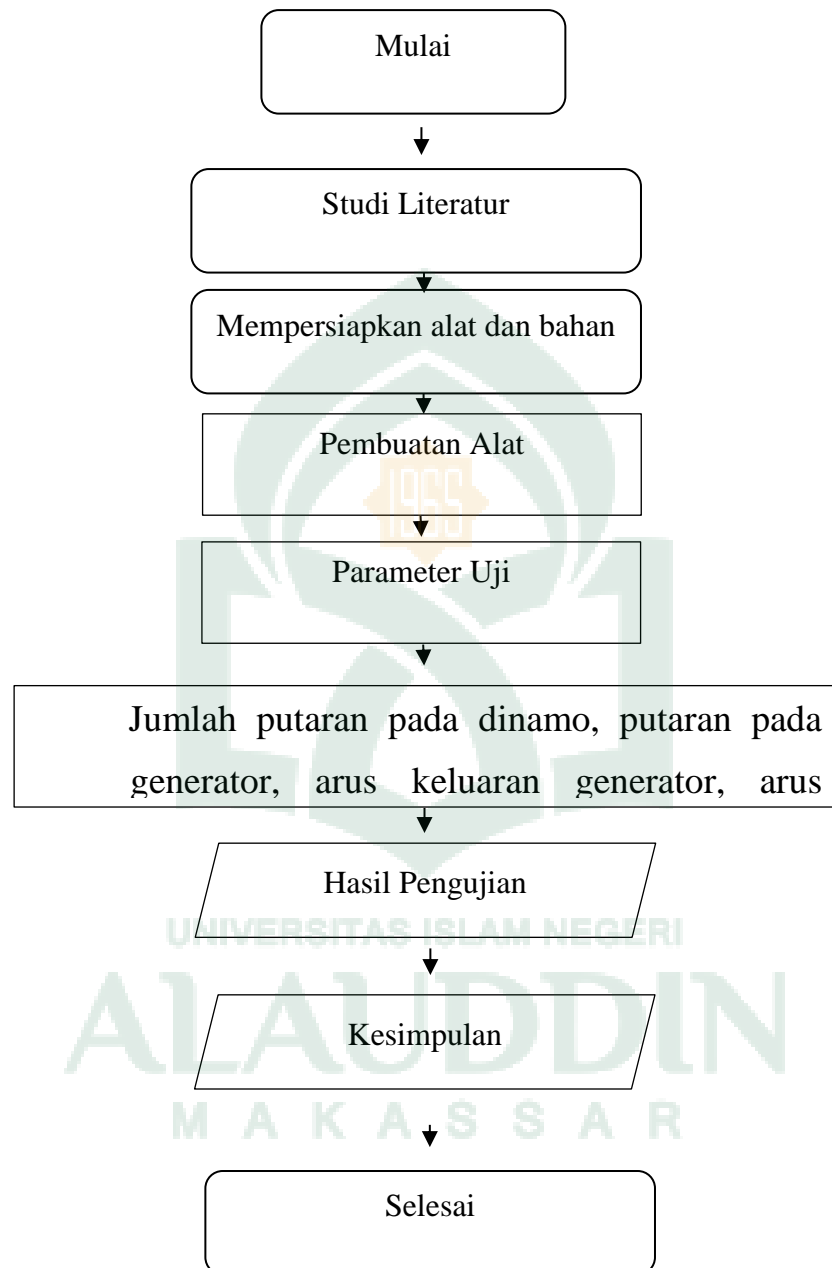
Jari-jari =

Tabel 3.2 pengukuran dengan menggunakan *flywheel*

No	waktu (t)menit	Arus pada generator (A)	Arus pada keluaran (A)	tegangan generator (v)	Tegangan keluaran(v)
1	0				
2	5				
3	10				
4	15				
5	20				

1. Membuat grafik perbandingan antara arus yang dihasilkan generator tanpa menggunakan *flywheel* dengan generator dengan menggunakan *flywheel*
2. Membuat grafik perbandingan antara tegangan yang dihasilkan generator tanpa menggunakan *flywheel* dengan generator dengan menggunakan *flywheel*

3.4 Bagan Alir Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Model Rancang Bangun

Generator bebas bahan bakar merupakan sebuah rancangan yang didesain sedemikian rupa sehingga didapatkan suatu sumber listrik untuk pemenuhan rumah tangga ketika terjadi pemadaman listrik dari perusahaan listrik negara (PLN) yang tidak memerlukan bahan bakar fosil sebagai sumber daya penggerak generator sehingga rancangan ini memiliki dua keunggulan sekaligus yaitu bebas polusi udara karena tidak menggunakan bahan bakar fosil dan juga hemat didalam penerapannya.

Prinsip kerja dari generator bebas bahan bakar ialah digunakan sebuah penyimpan daya atau akumulator (Accu) 12 volt DC yang kemudian disambungkan ke rangkaian *step up* untuk menaikkan tegangannya menjadi 24 Volt DC, kemudian disambungkan kerangkaian inverter dan transformator 10 A untuk mengubah bentuk arus listriknya dari arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) sekaligus mengangkat tegangan menjadi 220 Volt AC sehingga dapat digunakan untuk menghidupkan alat rumah tangga, dan dengan tegangan ini yang kemudian digunakan untuk memutar motor penggerak yang disambungkan ke *flywheel* untuk selanjutnya menggerakkan generator, karena tegangan yang dihasilkan oleh generator dalam bentuk arus searah sehingga tidak diperlukan pengubah arus. Kemudian arus listrik searah (DC) yang dihasilkan dari generator tadi digunakan untuk mengisi kembali daya pada akumulator (Accu).

Pada penambahan akumulator (Accu) dimaksudkan untuk menyimpan daya yang dihasilkan oleh generator dan juga digunakan sebagai *output* sehingga arus akhir yang didapatkan tetap stabil dan tidak mempengaruhi peralatan rumah tangga yang digunakan

Flywheel Merupakan perangkat mekanik berputar yang digunakan untuk menyimpan energi rotasi. *Flywheel* memiliki momen inersia yang signifikan,

dengan demikian menahan perubahan kecepatan rotasi. Jumlah energi yang tersimpan dalam *flywheel* adalah sebanding dengan kuadrat kecepatan rotasi. Energi ditransfer ke *flywheel* dengan menggunakan torsi, sehingga meningkatkan kecepatan rotasi, dan karenanya energi dapat tersimpan. Pada rancang bangun ini *flywheel* digunakan untuk meningkatkan dan menstabilkan kecepatan rotasi dari mesin penggerak awal kemudian menggerakkan generator sehingga kuat arus dan tegangan yang dihasilkan generator lebih besar dan relatif lebih stabil.

Flywheel yang digunakan termasuk kedalam jenis benda silinder yang mana sumbu putarnya berada pada pusat silinder sehingga persamaan yang digunakan untuk mendapatkan besar momen inersianya adalah:

$$I = \frac{1}{2}mr^2$$

$$I = \frac{1}{2}0,9 \text{ kg} \times 0,065 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{1}{2}0,9 \text{ kg} \times 0,065 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{1}{2}0,9 \text{ kg} \times 0,004225 \text{ m}^2$$

$$I = 0,45 \text{ kg} \times 0,004225 \text{ m}^2$$

$$I = 0,0019 \text{ kg m}^2$$

Adapun spesifikasi generator bebas bahan bakar adalah sebagai berikut:

1. ukuran generator bebas bahan bakar :

tinggi : 40 cm

lebar : 22 cm

panjang : 35 cm

2. ruang mekanik :

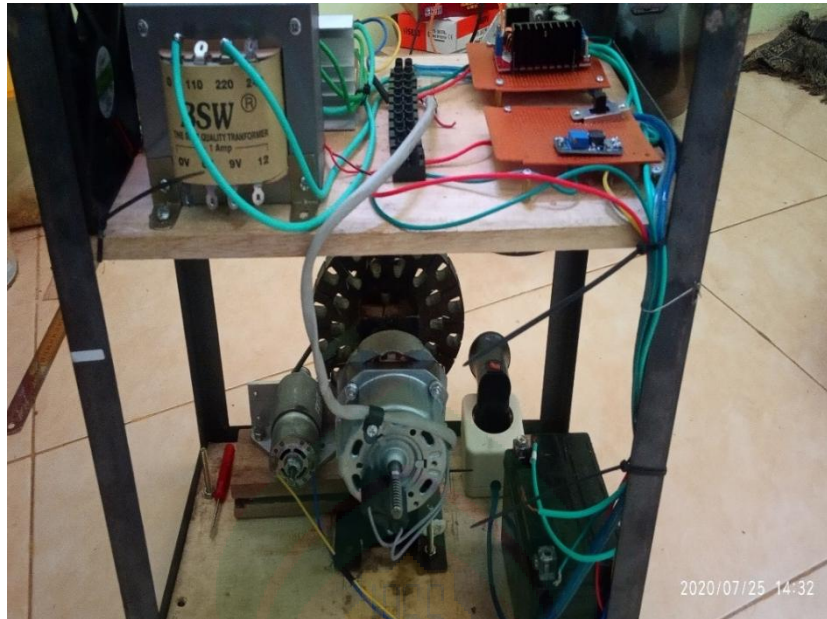
tinggi : 29 cm

lebar : 22 cm

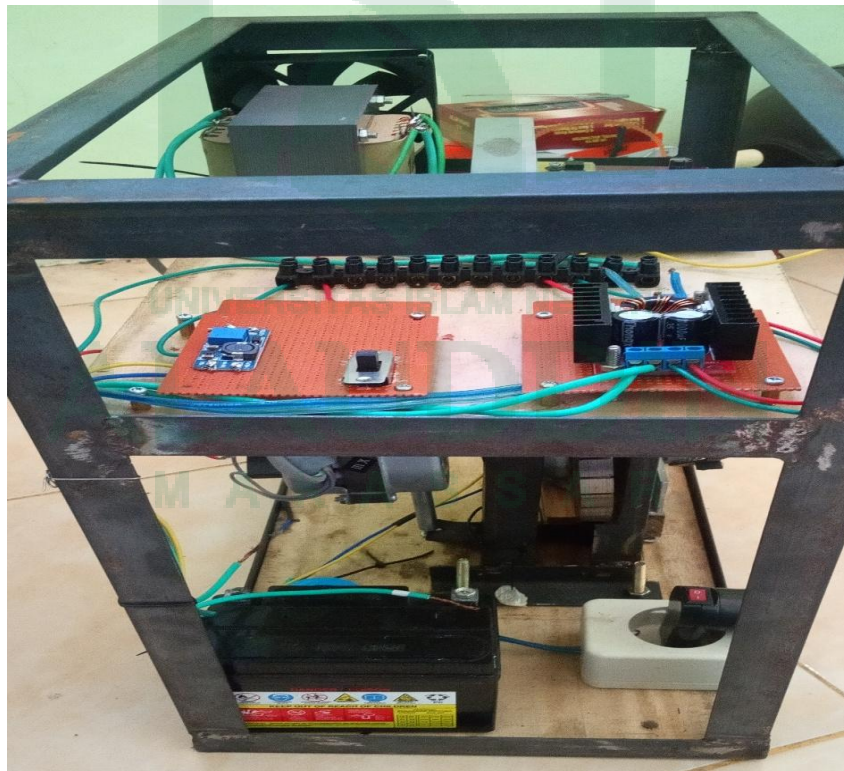
- panjang : 35 cm
3. ruang rangkaian :
- tinggi : 11 cm
- lebar : 22 cm
- panjang : 35 cm
4. *Body Construction*: Besi 1 mm dan Papan kayu
5. Massa *Flywheel* : 900 gram
6. Jari-jari *Flywheel*: 6,5 cm
7. Momen Inersia: $0,0019 \text{ kg m}^2$



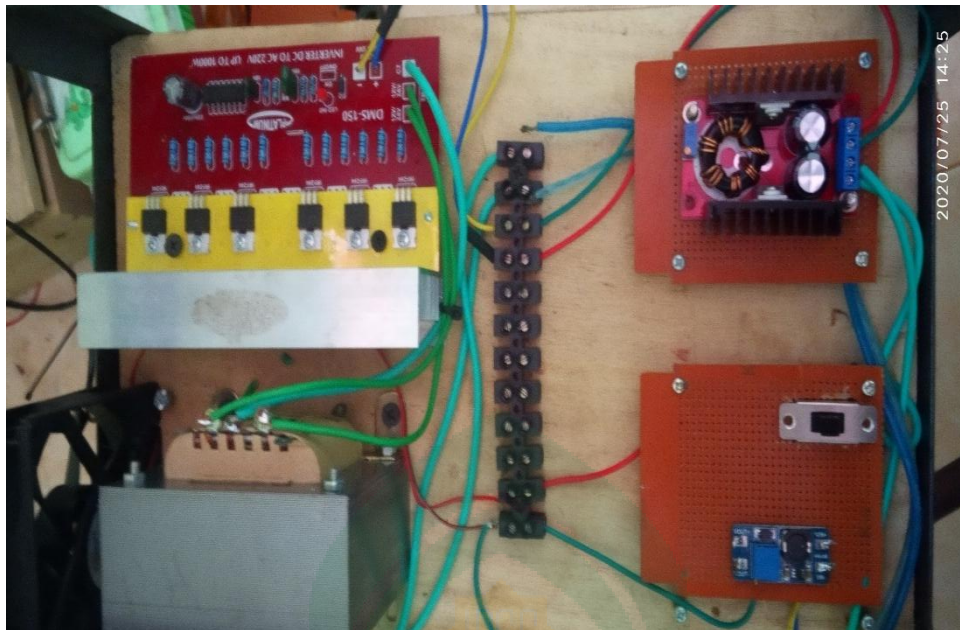
Gambar 4.1 Rancang bangun generator bebas bahan bakar tampak depan



Gambar 4.2 Rancang bangun generator bebas bahan bakar tampak belakang



Gambar 4.3 Rancang bangun generator tampak samping



Gambar 4.4 Rancang bangun generator pada bagian rangkaian

4.2 Pengaruh Penambahan *Flywheel*

4.2.1 Data hasil pengukuran

1. Pengukuran tanpa menggunakan *flywheel*

Tabel 4.1 Hasil pengukuran tanpa menggunakan *Flywheel*

No	waktu (menit)	Arus pada generator (A)	Arus pada keluaran (A)	tegangan generator (v)	Tegangan keluaran(v)
1	0	0,77	10	3,52	250
2	5	0,80	10	3,55	250
3	10	0,76	10	3,50	250
4	15	0,78	10	3,53	250
5	20	0,80	10	3,57	250

2. Pengukuran dengan menggunakan *flywheel*

Jari-jari = 6,5 cm

Massa = 900 gram

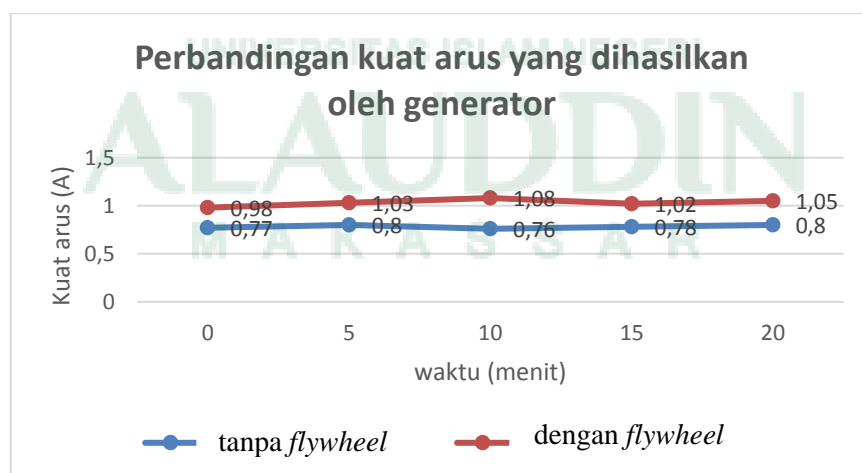
Momen Inersia = $0,0019 \text{ kg m}^2$

Tabel 4.2 Pengukuran dengan menggunakan *flywheel*

No	waktu (menit)	Arus pada generator (A)	Arus pada keluaran (A)	Tegangan generator (v)	Tegangan keluaran(v)
1	0	0,98	10	3,70	250
2	5	1,03	10	5,25	250
3	10	1,08	10	5,30	250
4	15	1,02	10	5,23	250
5	20	1,05	10	5,28	250

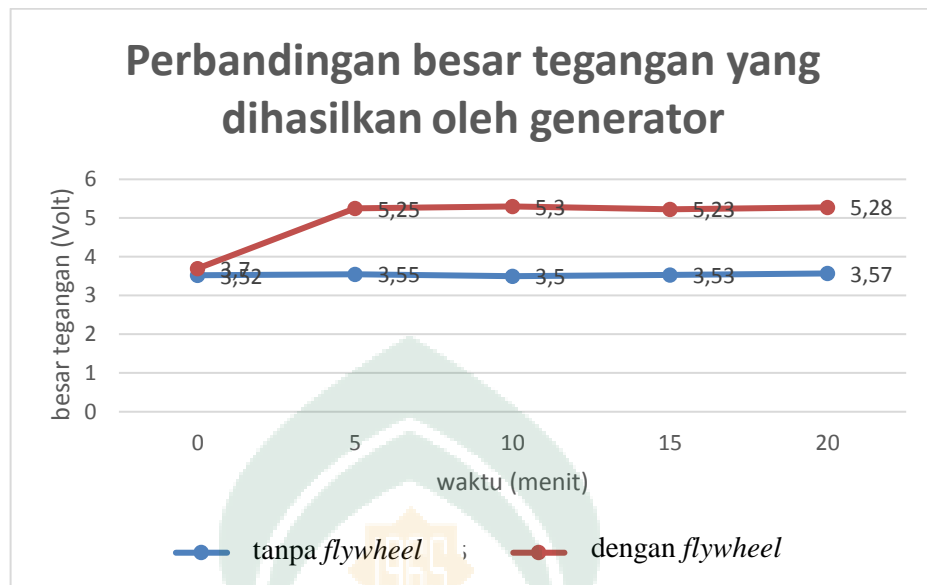
4.2.2 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran

1. Grafik perbandingan arus yang dihasilkan



Grafik 4.1 Perbandingan kuat arus yang dihasilkan generator

2. Grafik perbandingan tegangan yang dihasilkan



Grafik 4.2 Perbandingan besar tegangan yang dihasilkan oleh genarator

Pada penelitian ini dilakukan dua kali pengambilan data yang bertujuan untuk membandingkan hasil yang didapatkan pada saat rancangan menggunakan *flywheel* dengan tidak menggunakan *flywheel* untuk mengetahui pengaruh penambahan *flywheel*.

Pada pengujian tanpa menggunakan *flywheel*, dilakukan sebanyak lima kali pengambilan data dengan selang waktu lima menit yaitu mulai dari 0 menit sampai 20 menit hal ini dilakukan untuk mengetahui perubahan arus dan tegangan yang dihasilkan pada selang waktu tertentu. Pada pengujian ini diperoleh arus keluaran yang dihasilkan oleh generator yaitu secara berurutan 0,77 0,80 0,76 0,78 dan 0,80 A dengan beda potensial atau besar tegangan yang dihasilkan oleh generator yaitu 3,52 3,55 3,50 3,53 dan 3,57V.

Pada pengujian dengan menggunakan *flywheel*, dilakukan lima kali pengambilan data dengan selang waktu yang sama dengan pengambilan data tanpa menggunakan *flywheel* dan didapatkan hasil yaitu untuk kuat arus yang dihasilkan oleh generator yaitu 0,98 1,03 1,08 1,02 dan 1,05A dengan

beda potensial atau beda potensial yang dihasilkan oleh generator yaitu 3,70 5,25 5,30 5,23 dan 5,28V

Dari kedua pengukuran yang dilakukan didapatkan hasil yang relatif tidak stabil, hal ini dipengaruhi oleh penggunaan rusuk ke *flywheel* yang kurang seimbang.

Flywheel yang digunakan memiliki jari-jari sebesar 6,5 cm atau 0,065 meter dengan massa sebesar 0,9 kg, sehingga didapatkan momen inersia *flywheel* yaitu $0,0019 \text{ kg m}^2$

Pada kedua pengambilan data yang dilakukan didapatkan hasil yang sama untuk keluaran akhir dari rangkaian yaitu kuat arus sebesar 10 A dengan beda potensial atau kuat tegangan sebesar 250 Volt AC atau besar daya listrik yang dihasilkan adalah 2.500 VA.

Pada grafik perbandingan antara kuat arus yang dihasilkan tanpa menggunakan *flywheel* dan dengan menggunakan *flywheel* dapat dilihat bahwa kuat arus yang dihasilkan pada saat menggunakan *flywheel* lebih besar yaitu diatas 1 A walaupun arus pada menit awal berada dibawah 1 A, hal ini dikarenakan diawal perputaran mesin lebih berat untuk memutar *flywheel*, tetapi dimenit selanjutnya arus yang didapatkan sudah relatif stabil karena *flywheel* sebagai media penyimpan energi mekanik mulai berputar dengan stabil.

Pada grafik perbandingan antara besar tegangan yang dihasilkan antara yang menggunakan *flywheel* dengan yang tidak menggunakan *flywheel* didapatkan hasil yang cukup berbeda yaitu besar tegangan tanpa menggunakan *flywheel* rata-rata adalah 3,5 volt, sedangkan pada pengukuran dengan menggunakan *flywheel* didapatkan besar tegangan rata-rata yaitu 5,20 A. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *flywheel* dapat meningkatkan kecepatan putaran generator walaupun untuk menit awal *flywheel* menjadi beban untuk motor penggerak.

Dari perbandingan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa penggunaan *flywheel* dapat menjadi peningkat kecepatan rotasi pada generator sebagaimana fungsi dari *flywheel* itu sendiri yaitu sebuah alat mekanik penyimpan energi kinetik yang besar, walaupun besar tegangan yang dihasilkan tidak jauh berbeda.

4.3 Efektifitas rancang bangun generator bebas bahan bakar

Penambahan *flywheel* sebagai sebuah alat mekanik penyimpan energi rotasi pada sistem mekanik generator bebas bahan bakar ini memberikan sebuah pengaruh yaitu peningkatan kuat arus dan besar tegangan yang dihasilkan oleh generator sehingga dapat disimpulkan pula bahwa penambahan *flywheel* ini dapat mempercepat kecepatan rotasi pada sistem mekanik walaupun pada awal putar mesin penggerak awal memiliki beban putar sehingga rotasi pada pengukuran awal terbilang cukup lambat berbeda dengan pengukuran tanpa menggunakan *flywheel*, tetapi pada pengukuran selanjutnya didapatkan keluaran generator yang cukup stabil begitupun dengan pengukuran sebelumnya tanpa menggunakan *flywheel*.

Dapat disimpulkan bahwa penambahan *flywheel* sangat efektif untuk meningkatkan kecepatan rotasi dari sistem mekanik yang dapat menunjang besar arus dan tegangan yang dihasilkan pada generator, tetapi untuk kestabilan dari keluaran yang dihasilkan relatif sama dengan rancangan tanpa menggunakan *flywheel*,

Pada keluaran akhir dari generator bebas bahan bakar setelah melalui sistem rangkaian yaitu arus bolak-balik (AC) dengan besar tegangan dan kuat arus yang stabil pada 250 Volt dan 10 A, sehingga dapat digunakan untuk mengoperasikan beberapa perlengkapan rumah tangga.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Model rancang bangun generator listrik bebas bahan bakar dengan menggunakan konsep momen inersia terdiri dari bagian mekanik yang berisikan motor penggerak, *flywheel* dan genrator untuk menghasilkan tegangan listrik sebagai daya untuk mengisi akumulator (Accu) kemudian bagian kedua adalah bagian rangkaian yang terdiri dari *converter stepup* yang digunakan untuk mengangkat tegangan yang dihasilkan oleh genarator sehingga dapat mengisi kembali daya akumulator (Accu) kemudian Converter stepup kedua digunakan untuk mengangkat tegangan dari akumulator (Acuu) yang kemudian dialirkan kesebuah rangkaian inverter untuk mengubah sifat arus listrik dari arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) sekaligus mengangkat tegangan yang dihasilkan sehingga keluaran dari rancangan generator bebas bahan bakar ini dapat difungsikan untuk mengoperasikan beberapa alat elektronika rumah tangga.
2. Pengaruh penambahan *flywheel* pada rancang bangun yaitu dapat meningkatkan besar arus dan tegangan yang dihasilkan pada generator yang mana sebelum penambahan *flywheel* didapatkan kuat arus yaitu 0,77 0,80 0,76 0,78 dan 0,80A dengan beda potensial atau besar tegangan yang dihasilkan oleh generator yaitu 3,52 3,55 3,50 3,53 dan 3,57 V. Sedangkan pada pengujian kedua dengan menggunakan *flywheel* didapatkan kuat arus yaitu 0,98 1,03 1,08 1,02 dan 1,05A dengan beda potensial atau beda potensial yang dihasilkan oleh generator yaitu 3,70 5,25 5,30 5,23 dan 5,28V. Dari perbedaan kuat arus dan tegangan dapat disimpulkan pula bahwa terjadi perbedaan pada kecepatan rotasi sebelum dan setelah penambahan *flywheel* dapat rancang bangun.

3. Dari perbandingan data yang didapatkan dapat dilihat bahwa penambahan *flywheel* dapat meningkatkan arus dan tegangan yang dihasilkan, walaupun arus dan tegangan akhir dari rancang bangun generator bebas bahan bakar tetap sama karena daya awal yang disambungkan ke inverter merupakan daya dari akumulator (Accu) yang pada dasarnya sudah stabil pada 12 Volt DC, penambahan *flywheel* hanya berpengaruh pada arus dan tegangan yang dihasilkan oleh generator saja.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Agar peneliti selanjutnya dapat menggunakan motor penggerak awal yang lebih rendah kebutuhan dayanya, agar daya yang dihasilkan lebih maksimal untuk dimanfaatkan
2. Agar peneliti selanjutnya menggunakan generator yang lebih tinggi spesifikasinya sehingga arus dan tegangan yang dihasilkan lebih besar lagi
3. Agar peneliti selanjutnya dapat menggunakan rangkaian inverter dengan spesifikasi yang lebih tinggi lagi sehingga daya keluaran yang dihasilkan juga lebih besar dan bisa digunakan untuk mengoperasikan lebih banyak perangkat rumah tangga lagi.
4. Agar peneliti selanjutnya lebih teliti dalam menghitung besan momen inersia pada *flywheel* dengan memperhatikan bentuk fisik dari *flywheel*.

Daftar Pustaka

- Arifiuddin, Syamsul. *Rancang Bangun Prototype Alat untuk Meningkatkan Energi Listrik Alternatif Menggunakan Flywheel Generator*. UNS: Surabaya. 2018.
- BanjarNahor,H. *Sistem Pengukuran Momen Inersia Benda Pejal dengan Metode Osilasi Harmonik Berbasis Mikrokontroler*. Universitas Indonesia: Depok. 2012.
- Eugere C. *Mesin dan Rangkaian Listrik Edisi Keenam*. ITB: Bandung. 1993.
- Giancoli, D C. *Fisika Edisi Ketuju Jilid I*. Erlangga: Jakarta. 2013.
- Hadi Purwanto, Ris. *Potensi Biomassa Simpanan Karbon Jenis Tanaman Berkayu di Hutan Rakyat Daerah Istimewa Yogyakarta*. UGM: Yogyakarta. 2012.
- Hara, Y. *Moment of Inertia Dependence of Vertical Axis Wind Turbines*. International Journal of Rotating Machinery. 2013.
- Ilmar, Anwar. *Analisis Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP*. UMY: Jakarta. 2016.
- Krishnan. *Estimation of Mass Moment of Inertia of Huncen*. Engineering Science and Technology. 2016.
- Kuntoro & Murdaka Eka. *Fisika Dasar*. CV Andi Offset: Yogyakarta. 2009.
- Makitta,Muhammad Zaidan. *Perancangan dan Pembuatan Pembangkit Listrik Solar Updraft Tower*. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta. 2018.
- Mochlas, A. *Kit Percobaan untuk Menentukan Momen Inersia Benda Tegar*. Journal Inovasi Fisika Indonesia. 2016
- Muchlis, Moch dkk. *Proyeksi Kebutuhan Listrik PLN Tahun 2003 SD 2020*. PT.

PLN: Jakarta.2020.

Perawati. *Karakteristik Generator Sinkron yang Berbeban Berat dan Tidak Sinkron*. Universitas PGRI: Palembang. 2017.

Rahma Utami, Sitti. *Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut dengan Menggunakan Sistem OCW di Tiga Puluh Pulau Indonesia*. UI: Depok.2018.

Razali dan Stepen. *Rancang Bangun Mesin Pembangkit Listrik Tanpa BBM Berkapasitas 3000 Watt dengan Memanfaatkan Putaran Flywheel*. Politeknik Negeri Bengkalis: Riau.

Rizki Yundari, Valdi. *Prospek Pengembangan Energi Surya untuk Kebutuhan Listrik di Indonesia*. Unand: Padang. 2012.

Rizki Muhammad, Idznul. *Karakteristik Blanket Keramik Brick Heater (BCH) 02 pada Untai Fasilitas Simulasi Sistem Pasif 01 Modifikasi*. Universitas Riau: Riau. 2019.

Sudjana. *Metode Statistika*. Tarsito: Bandung.2002.

Sunarlik, Wahyu. *Prinsip Kerja Generator Sinkron*. UPD Kediri:Kediri.2014.

Tipler. *Fisika Edisi Ketiga Jilid I*. Erlangga: Jakarta.1998.

Wahid, Ahmad dkk. *Analisis Kapasitas dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik di Fakultas Teknik Tanjungpura*. Universitas Tanjungpura: Pontianak.2014.

Zafar. *Mesurement Rotational Inertia With High Percentacy Accuracy Using Rotary Motion Sensor and Three Step Pulley*. International Journal of Aplied Science and Technology. 2012

Zhang, C. *Moment of Inertia Mesurement Based on Displacement Sensor*. Bio Technology An Indian Journal. 2014.



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

BIOGRAFI



Muhammad Irsan atau teman teman biasa menyapanya dengan panggilan irsan atau iccang, lahir di Bantaeng 07 Februari 1998. Bertempat tinggal di Bantaeng tepatnya di kec. Gantarang keke. Menempuh pendidikan normal selama 12 tahun dijenjang pendidikan bangku sekolah tepatnya SD selama 6 tahun di SD INP Moti kemudian melanjutkan pendidikan selama 3 tahun di SMP Neg. 2 Gantarang Keke dan kembali melanjutkan pendidikan di SMA Neg. 1 Bantaeng.

Saat di bangku sekolah sangat aktif di kegiatan ekstra atau organisasi baik itu organisasi dalam sekolah ataupun organisasi luar sekolah, di SMP menjabat sebagai ketua OSIS selama 1 periode kepemimpinan sekaligus sebagai wakil ketua PMR Madya SMP Neg. 2 Gantarang Keke dan di SMA kembali masuk dalam rana Osis menjabat sebagai Wakil ketua bidang Iman dan Takwa adapun riwayat organisasi beliau yaitu, OSIS, Pramuka, IRMUS, KBD, KIR dan ikut di Pramuka Saka Bhayangkara Polres Bantaeng. Hobi beliau salah satunya yaitu main game.

Sekarang beliau melanjutkan pendidikan di bangku kuliah tepatnya di jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

LAMPIRAN 1
DOKUMENTASI PENELITIAN



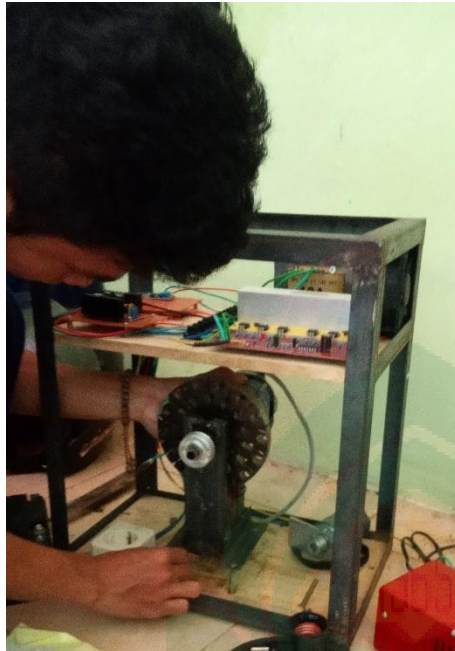
a. Pemasangan *flywheel*



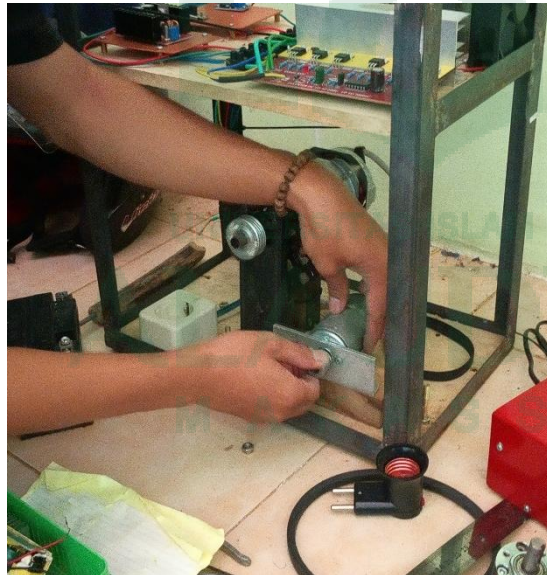
b. menyambungkan beberapa komponen



- c. memasang *flywheel* kedalam rangka



- d. Memasang mesin generator kedalam rangka



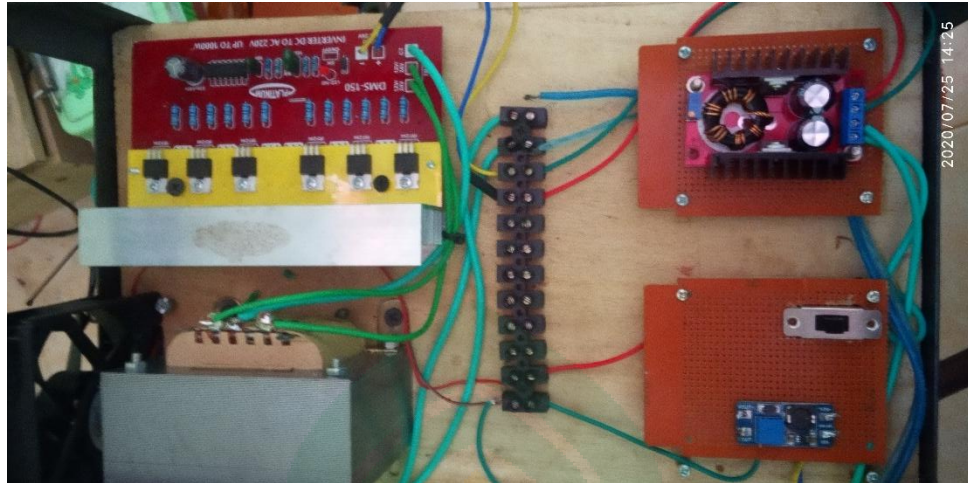
- e. menyambungkan tiap-tiap komponen



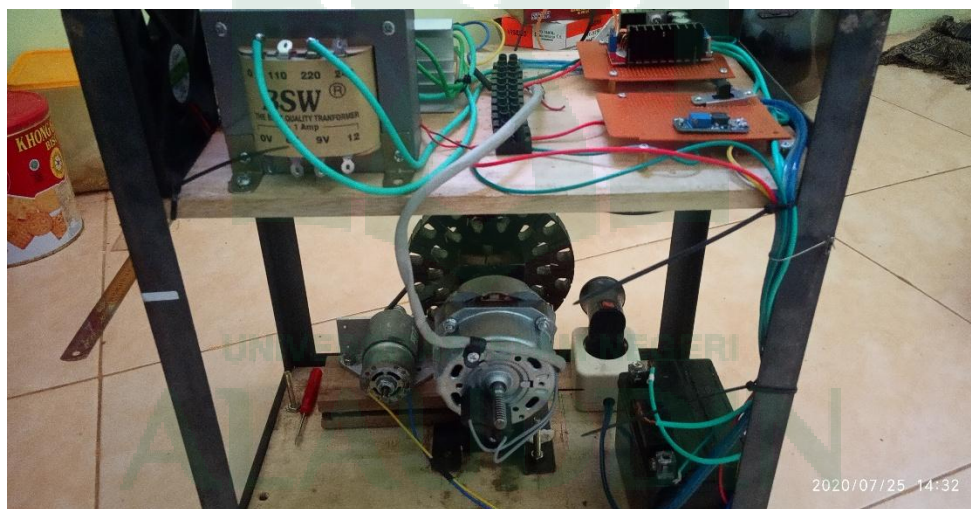
- f. Menimbang massa dari *flywheel*



g. model rangkaian



h. tampak belakang



i. Hasil jadi



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

LAMPIRAN 2
PERSURATAN



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R



KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI UIN ALAUDDIN MAKASSAR
NOMOR : 3209 TAHUN 2019

TENTANG
PEMBIMBING DALAM PENELITIAN DAN PENYUSUNAN SKRIPSI MAHASISWA JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI UIN ALAUDDIN MAKASSAR

DEKAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI UIN ALAUDDIN MAKASSAR

- Membaca** Surat Perintah dari Jurusan FISIKA Fakultas Sains & Teknologi UIN Alauddin Makassar, Nama MUHAMMAD IRSAN NPM : 60400116006 tertanggal 28 November 2019 untuk menanggapi Pembimbing Skripsi dengan judul "Rancang Bangun Generator Listrik Bebas Bahan Bakar Dengan Menggunakan Konsep Momen Inersia"
- Mengingat**
- a. Bahwa untuk membantu penelitian dan penyusunan skripsi mahasiswa tersebut, dipandang perlu untuk menetapkan pembimbing dalam penelitian dan penyusunan skripsi mahasiswa tersebut diatas;
 - b. Bahwa mereka yang ditetapkan dalam surat keputusan ini dipandang cakap dan memenuhi syarat untuk diarahkan/jaga sebagai pembimbing penyuusunan skripsi mahasiswa tersebut diatas;
- Mengingat**
1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional;
 2. Undang-undang Nomor 17 tahun 2003 Tentang Keuangan Negara;
 3. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi;
 4. Peraturan Menteri Agama RI No. 3 Tahun 2012 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Agama Nomor 2 Tahun 2006 Tentang Mekanisme Pelaksanaan Pemberian Atas Beban Anggaran Pendidikan dan Belanja Negara di lingkungan Kementerian Agama;
 5. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 25 Tahun 2013 Tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Alauddin Makassar sebagaimana telah diubah terakhir dengan Peraturan Menteri Agama Nomor 3 Tahun 2018 tentang Disintegrasi dan Tata Kerja UIN Alauddin Makassar;
 6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 20 Tahun 2014 jo Peraturan Menteri Agama Nomor 8 Tahun 2016 Tentang Statuta UIN Alauddin Makassar;
 7. Keputusan Menteri Agama Nomor 109 Tahun 1993 jo Nomor 202 B tahun 1998 Tentang pemberian Kuasa dan Perintah dalam Wewenang Menandatangani Surat Keputusan;
 8. Keputusan Menteri Keuangan Nomor 392/KM/K/05/ Tahun 2008 Tentang Penetapan UIN Alauddin Makassar pada Departemen sebagai Institusi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Berbasis Layanan Umum (BLU);
 9. Keputusan Rektor UIN Alauddin Makassar No. 200 tahun 2016 Tentang Pedoman Edukasi UIN Alauddin Makassar;
- MEMUTUSKAN**
- Pertama** Mengangkat/Menunjuk saudara
1. Ihsan, S.Pd., M.Si. sebagai Pembimbing Pertama;
 2. Iswadi, S.Pd., M.Si. sebagai Pembimbing Kedua;
- Kedua** Tugas Pembimbing dalam penelitian dan penyusunan skripsi mahasiswa adalah memeriksa draft skripsi dan naskah skripsi, memberi bimbingan, petunjuk-petunjuk, perbaikan mengenai materi, metode, bahasa dan kemampuan menguraikan masalah.
- Ketiga** Segala biaya yang timbul akibat pelaksanaan tugas pembimbing ini dibebankan kepada Anggaran Belanja Fakultas Sains & Teknologi UIN Alauddin Makassar.
- Keempat** Surat Keputusan ini merupakan berlaku secara langsung ditetapkan dan apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan didalamnya akan diperbaiki sebagaimana mestinya.
- Kelima** Surat Keputusan ini disampaikan kepada masing-masing yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan dengan penuh tanggungjawab.

Ditetapkan di Makassar
Tgl. 28 November 2019



Prof. Dr. Muhammad Hafid, Mustami, M.Pd.
NIP. 19711412 200003 1 001



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Kampus 1, Jl. Sultan Alauddin No. 43 Makassar ■ 0411 822121 Fax: 0411 824023
Kampus II, Jl. H.M. Yasin Limpo No. 35, Rumbengsang-Gowa ■ 0411 841620 Fax: 0411 8221409

Nomor: 021/Un 06/PST/PP 00.001/2020
Sifat: Penting
Hal: Undangan Seminar Proposal Skripsi

Semara Gowa, 10 Januari 2020

Kepada Yth.
Bapak/Ibu Dosen /Mahasiswa (i)
Di:
Makassar

Assalamu Alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat, kami mengundang Bapak/Ibu/Mahasiswa (i) untuk menghadiri Seminar Proposal Skripsi Mahasiswa :

Nama : Muhammad Irsan
NIM : 60400116008
Jurusan : FISIKA
Judul Skripsi : "Rancang Bangun generator Listrik Bebas Bahan Bakar dengan Menggunakan Konsep Momen Inersia"

Yang Insha Allah akan dilaksanakan pada:
Hari/Tanggal : Selasa/ 14 Januari 2020
Waktu : 09.00 - 10.00 Wita
Tempat : Fakultas Sainstek UIN Alauddin Makassar

Demikian atas perhatian dan kehadirannya diucapkan terima kasih.



Wassalam
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Muhammad Halifah Mustami, M.Pd
09740412 200003 1 001

Tembusan
Berkas/lembar 102.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

ALAUDDIN

MAKASSAR



KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR
NOMOR : 012 TAHUN 2019

TENTANG
PANITIA SEMINAR PROPOSAL PENELITIAN DAN PENYUSUNAN SKRIPSI MAHASISWA
JURUSAN FISIKA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR
DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN ALAUDDIN MAKASSAR

- Membaca : Surat Permohonan Ketua Jurusan Fakultas Sains & Teknologi UIN Alauddin Makassar, **Muhammad Ihsan NIM 60400116008** tertanggal 07 Januari 2020, untuk melaksanakan seminar proposal.
- Menimbang : Bahwa untuk pelaksanaan dan kelancaran seminar proposal, perlu dibentuk panitia seminar proposal dan penyusunan skripsi.
- Mengingat : 1. Undang-undang No. 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional.
2. Undang-undang Nomor 17 Tahun 2003 Tentang Keuangan Negara.
3. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi.
4. Peraturan Menteri Agama RI No. 1 Tahun 2012 Tentang Perubahan Ketiga atas Peraturan Menteri Agama No. 2 Tahun 2008 Tentang Mekanisme Pelaksanaan Pembayaran atas Beban Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara di Lingkungan Kementerian Agama.
5. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 25 Tahun 2013 Tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Alauddin Makassar Sebagaimana Telah Diubah Terakhir Dengan Peraturan Menteri Agama RI Nomor 03 Tahun 2018 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Agama Nomor 25 Tahun 2013 Tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Alauddin Makassar.
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 20 Tahun 2014 jo Peraturan Menteri Agama Nomor 8 Tahun 2016 tentang Statuta UIN Alauddin Makassar.
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 289 Tahun 1993 jo Nomor 202 B Tahun 1998 tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Menandatangani Surat Keputusan.
8. Keputusan Menteri Keuangan No. 330/05/2008 Tentang penetapan UIN Alauddin Makassar pada Dep. Agama sebagai instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum (BLU).
9. Keputusan Rektor UIN Alauddin No. 200 tahun 2016 Tentang Pedoman Edukasi UIN Alauddin Makassar.

MEMUTUSKAN

- Menetapkan Pertama : Membentuk Panitia Seminar Proposal, Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar dengan komposisi :

Ketua : Muh. Said L., M.Si., M.Pd.
Sekertaris : Rahmaniah, S.Si., M.Si.
Pembimbing 1 : Ihsan, S.Pd., M.Si.
Pembimbing 2 : Iswadi, S.Pd., M.Si.
Penguji 1 : Ayusari Wahyuni, S.Si., M.Sc.
Penguji 2 : Dr. Sohran, M.Ag.
Pelaksana : Rianawati Salam, S.Sos.

- Kedua : 1. Panitia bertugas melaksanakan seminar proposal, membimbing, petunjuk-petunjuk, perbaikan mengenai materi, metode, bahasa dan kemampuan menguasai masalah penyusunan skripsi.
2. Biaya pelaksanaan seminar proposal penelitian dibebankan kepada anggaran DIPA UIN Alauddin Makassar.
3. Apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini akan diubah dan diperbaiki sebagaimana mestinya.

Surat Keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan dengan penuh tanggungjawab.

Ditetapkan di : Makassar
Pada tanggal : 07 Januari 2020
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Scanned by TapScanner



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) ALAUDDIN MAKASSAR
FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Kampus I: Jl. Sultan Alauddin No. 63 Makassar Telp (0411) 864924, Fax 864923
Kampus II: Jl. HM. Yasin Lingsa No. 36, Rongeng Polong-Gowa Telp (0411) 8221400

BERITA ACARA
UJIAN SEMINAR PROPOSAL PENELITIAN

Pada hari ini Selasa tanggal 14-01-2020 di ruang Rapat Jurusan Fisika telah dilaksanakan sidang komisi seminar proposal penelitian Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi.

Nama : Muhammad Ihsan
NIM : 60400116008
Tempat/ Tgl Lahir : Bontaleng, 07 Februari 1998
Jurusan : Fisika
Judul Skripsi : Rancang Bangun Generator Listrik Bebas Bahan Bakar dengan Menggunakan Konsep Momen Inersia

Catatan Penting :

Demikian berita acara ini dibuat dengan sesungguhnya.

Samata, 14-01-2020

Ketua : Muh. Saif L, S.Si, M.Pd


Sekretaris : Rahmaniah, S.Si, M.Si

Pembimbing I : Ihsan, S.Pd, M.Si

Pembimbing II : Iswadi, S.Pd, M.Si

Penguji I : Ayusari Wahyuni, S.Si, M.Sc

Penguji II : Dr. Sohrab, M.Ag







KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) ALAUDDIN MAKASSAR
FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI
JURUSAN FISIKA

Kampus II : Jl. H. M. Yasin Limpo No. 36 Romang Polong-Gowa Telp/Fax (041 1) 8221400

Hal : Permohonan Peminjaman Alat

Kepada Yth
Kepala Laboratorium Fisika Jurusan Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi
Di-

Tempat
Assalamu Alaikum Wr. Wb

Dalam rangka penyelesaian Penelitian yang sedang saya lakukan guna menyelesaikan Tugas akhir, maka dengan ini:

Nama : Muhammad Irsan
NIM : 60400116008
Semester : VIII
Jurusan/Fakultas : Fisika/Sains & Teknologi UIN Alauddin Makassar

Bermaksud untuk meminjam alat laboratorium, yaitu:

No.	Nama Alat	Jumlah	Waktu
1	Power Supply	1 buah	14 Hari (03-17 Juli 2020)
2	Voltmeter	1 buah	14 Hari (03-17 Juli 2020)
3	Multi Tester Analog	1 buah	14 Hari (03-17 Juli 2020)

Demikian permohonan saya, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu saya ucapkan terima kasih.

Wassalamu Alaikum Wr. Wb

Samata, 1 juli 2020

Laboran Lab. Fisika Dasar

Pemohon

Abdul Mu'niim, Thariq ST, MT

Muhammad Irsan

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR



**KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR
NOMOR : 1216 TAHUN 2020**

TENTANG

**DEWAN PENGUJI DAN PELAKSANA UJIAN KUALIFIKASI HASIL
ATAS NAMA MUHAMMAD IRSAN JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR**

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN ALAUDDIN MAKASSAR

- Menimbang** : a. Bahwa berdasarkan Surat Ketua Jurusan Fisika tanggal 12 Agustus 2020 tentang penerbitan Surat Keputusan Dekan tentang Ujian Seminar Hasil atas nama Muhammad Irsan, NIM.60400116008, Jurusan Fisika dengan judul Skripsi Rancang Bangun Listrik Bebas Bahan Bakar dengan Menggunakan Konsep Momen Inersia.
- b. Bahwa Mahasiswa tersebut diatas telah memenuhi persyaratan ujian Seminar Hasil.
- c. Bahwa untuk kelancaran pelaksanaan ujian Seminar Hasil maka dipandang perlu menetapkan Dewan Penguji, Pelaksana dan jadwal ujian Seminar Hasil dengan surat Keputusan Dekan.
- Mengingat** : 1. Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2003 tentang Keuangan Negara;
3. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
4. Peraturan Menteri Agama RI No.1 Tahun 2012 tentang Perubahan ketiga atas Peraturan Menteri Agama Nomor 2 Tahun 2006 tentang Mekanisme Pelaksanaan Pembayaran atas Beban Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara di Lingkungan Kementerian Agama;
5. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 3 Tahun 2018 tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Alauddin Makassar;
6. Peraturan Menteri Agama RI. Nomor 20 Tahun 2014 jo Peraturan Menteri Agama Nomor 8 Tahun 2016 tentang Statuta UIN Alauddin Makassar;
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 289 Tahun 1993 jo Nomor 202 B Tahun 1998 tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Menandatangani Surat Keputusan;
8. Keputusan Menteri Keuangan No.330/05/2008 tentang penetapan UIN Alauddin Makassar pada Dep.Agama sebagai Instansi Pemerintah yang Menetapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum (BLU);
9. Keputusan Rektor UIN Alauddin No.226 D tahun 2019 tentang Pedoman Edukasi UIN Alauddin Makassar;

Pemrakarsa	Kasubag Akademik
Paraf :	Paraf :

MEMUTUSKAN

- Menetapkan : KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI TENTANG DEWAN PENGUJI DAN PELAKSANA UJIAN KUALIFIKASI HASIL ATAS NAMA MUHAMMAD IRSAN JURUSAN FISIKA PADA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI.
- KESATU : Menetapkan Dewan Penguji, Pelaksana dan jadwal Ujian Kualifikasi Hasil Penelitian Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar dengan komposisi:
- Ketua : Muh. Said L, S.Si., M.Pd.
 Sekretaris : Rahmanlah, S. Si., M.Si
 Pembimbing 1 : Ihsan, S.Pd., M.Si.
 Pembimbing 2 : Iswadi, S.Pd., M.Si.
 Penguji 1 : Ayusari Wahyuni, S.Si., M.Sc.
 Penguji 2 : Dr. Sohras, M.Ag.
 Pelaksana : Pratiwi Rusman, S.Si.
- KEDUA : Tugas Dewan Penguji Hasil Penelitian dan Pelaksana Ujian Kualifikasi Hasil :
- Ketua adalah memimpin dan membuka sidang ujian Kualifikasi Hasil Skripsi
 - Sekretaris adalah mencatat dan menghimpun hasil ujian
 - Pembimbing adalah menghadiri dan mendampingi Mahasiswa dalam pelaksanaan ujian
 - Penguji adalah menguji Mahasiswa dalam Pelaksanaan ujian Kualifikasi Hasil Skripsi
 - Pelaksana adalah mempersiapkan segala sesuatu yang berkaitan dengan pelaksanaan ujian Kualifikasi Hasil;
- KETIGA : Ujian Kualifikasi Hasil Skripsi dilaksanakan pada hari dan tanggal Rabu, 19 Februari 2020, Jam 09.00 - 10.00 Wita. Bertempat di Ruang Jurusan Fisika.
- KEEMPAT : Biaya pelaksanaan ujian dibebankan kepada anggaran Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
- KELIMA : Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan dengan ketentuan apabila Dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam keputusan ini akan diubah dan diperbaiki sebagaimana mestinya.

Keputusan ini dibuat dan disampaikan kepada yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab.

Ditetapkan di Gowa
 Pada tanggal 12 Agustus 2020
 DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

MUHAMMAD HALIFAH MUSTAMI





**KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR
NOMOR : 1343 TAHUN 2020**

TENTANG

**DEWAN PENGUJI DAN PELAKSANA UJIAN KOMPREHENSIF
ATAS NAMA MUHAMMAD IRSAN JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN ALAUDDIN MAKASSAR
DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA
DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN ALAUDDIN MAKASSAR**

- Menimbang** : a. bahwa berdasarkan surat ketua jurusan Fisika tanggal 24 Agustus 2020 tentang penerbitan surat keputusan seminar komprehensif atas nama Muhammad Irsan, NIM. 60400116006, jurusan Fisika.
- b. Bahwa Mahasiswa tersebut diatas telah memenuhi persyaratan Ujian Komprehensif.
- c. Bahwa untuk kelancaran pelaksanaan ujian komprehensif maka dipandang perlu menetapkan Dewan Penguji, Pelaksana dengan surat keputusan Dekan.
- Mengingat** : 1. Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2003 tentang Keuangan Negara;
3. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
4. Peraturan Menteri Agama RI No.1 Tahun 2012 tentang Perubahan ketiga atas Peraturan Menteri Agama Nomor 2 Tahun 2006 tentang Mekanisme Pelaksanaan Pembayaran atas Beban Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara di Lingkungan Kementerian Agama;
5. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 3 Tahun 2018 tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Alauddin Makassar;
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 20 Tahun 2014 jo Peraturan Menteri Agama Nomor 8 Tahun 2016 tentang Statuta UIN Alauddin Makassar;
7. Keputusan Menteri Agama Nomor: 289 Tahun 1993 jo Nomor: 202 B Tahun 1998 tentang Pembertaian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Menandatangani Surat Keputusan;
8. Keputusan Menteri Keuangan No.330/05/2008 tentang penetapan UIN Alauddin Makassar pada Dep.Agama sebagai Instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum (BLU);
9. Keputusan Rektor UIN Alauddin No.226 D tahun 2019 tentang Pedoman Edukasi UIN Alauddin Makassar;

Pemrakarsa	Kasubag Akademik
Paraf :	Paraf :

MEMUTUSKAN

- Menetapkan : KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI TENTANG DEWAN PENGUJI DAN PELAKSANA UJIAN KOMPREHENSIF ATAS NAMA MUHAMMAD IRSAN JURUSAN FISIKA PADA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI.
- KESATU : Menetapkan Dewan Penguji dan Pelaksana Ujian Komprehensif Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar dengan komposisi:
- Ketua : Sjamalah, S.Si., M.Si., Ph.D.
Sekertaris : Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Penguji 1 : Ihsan, S.Pd., M.Si.
Penguji 2 : Muh. Said L, S.Si., M.Pd.
Penguji 3 : Dr. Sohrab, M.Ag.
Pelaksana : Arlestya Susanti, S.Km.
- KEDUA : Tugas Dewan Penguji dan pelaksana ujian komprehensif :
- a. Ketua adalah memimpin dan membuka sidang ujian Komprehensif
b. Sekretaris adalah mencatat dan menghimpun hasil ujian
c. Penguji adalah menguji Mahasiswa dalam Pelaksanaan ujian Komprehensif
d. Pelaksana adalah mempersiapkan segala sesuatu yang berkaitan dengan pelaksanaan ujian Komprehensif;
- KETIGA : Biaya pelaksanaan ujian dibebankan kepada anggaran Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
- KEEMPAT : Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan dengan ketentuan apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam keputusan ini akan diubah dan diperbaiki sebagaimana mestinya.

Surat keputusan ini dibuat dan disampaikan kepada yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab.

Ditetapkan di Makassar
Pada tanggal 24 Agustus 2020
DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI



PERSETUJUAN PEMBIMBING

Kepada
Yth. Ketua Jurusan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

Assalamualaikum wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : Muhammad Irsan

NIM : 60400116008

Judul Skripsi : **Rancang Bangun Generator Listrik Bebas
Bahan Bakar dengan Menggunakan Konsep
Momen Inersia**

sudah dapat diajukan kepada Jurusan Fisika Fak. Sains dan Teknologi untuk mengikuti ujian munaqasyah. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

Dosen Pembimbing I



Ihsan, S.Pd., M.Si
NIP. 19830312 200912 1 008

Samata, Agustus 2020

Dosen Pembimbing II



Iswadi, S.Pd., M.Si
NIP. 19830310 200604 1 002